



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR
UNI-RUSB**

**Mon
333.79323
B242
2012**

**FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
FEC**

TEMA MONOGRAFICO:

PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA DE GESTION INTEGRAL DE LA ENERGIA
ELECTRICA EN LA EMPRESA IMPLEMENTOS AGRICOLAS S.A. (IMPLAGSA)

ELABORADO POR:

Br. JULIO CESAR BARCENAS FLORES

Br. ERICK FERNANDO MANZANARES MARADIAGA

TUTOR:

MSC. ING. NAPOLEON BLANCO OROZCO

MANAGUA, 31 DE OCTUBRE DE 2012

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a las personas que nos dieron, primeramente, la vida y luego la oportunidad de coronar una carrera profesional con el esfuerzo de su arduo trabajo e incondicional apoyo, nuestros padres.

RESUMEN DEL TEMA

La empresa de Implementos Agrícolas IMPLAGS.A. es una mediana empresa dedicada al trabajo en metal-mecánica y cuyo mercado se centra en la reparación y elaboración de maquinaria agrícola, estructuras metálicas para puentes, techos, pasarelas áreas y tanques de almacenamiento. En los últimos tres años, el consumo de energía eléctrica de esta empresa se ha incrementado considerablemente, lo cual resulta en una situación bastante contraproducente tanto para la productividad como para la competitividad de la misma.

Esta situación ha llevado a IMPLAGS.A. a buscar soluciones que le permitan disminuir ese alto consumo de energía, obteniendo de esa manera un ahorro en el pago de la factura de la misma y así contar con dinero que pueda ser destinado a aumentar la productividad de la empresa. Por esto, se decidió instalar bancos de compensación que ayudarían a disminuir el consumo de energía en la empresa; sin embargo, estos no tuvieron el impacto esperado, manteniéndose la misma situación de alto consumo.

Por tal razón, en este trabajo se presenta una Metodología de Gestión Integral de la Energía Eléctrica, cuyo propósito principal es de conseguir una mayor competitividad y productividad de las empresas a través del uso racional de la energía que consume. En este modelo de gestión de energía se realiza un diagnóstico actual de la empresa (apoyado de un modelo de auditoría básico) con el que se podrá reconocer los puntos de mayor consumo de energía eléctrica y de esta manera identificar las problemáticas que causan este alto consumo. Seguidamente, una vez reconocido cada punto, máquina o área de mayor consumo se exponen una variedad de propuestas con el propósito de dar solución a las problemáticas que causan ese alto consumo, teniendo como resultado una disminución en el cobro de la factura de energía eléctrica que permita a la empresa invertir en otras necesidades.

No obstante, el modelo de gestión propone además la instauración de una cultura de uso racional de la energía dentro de la empresa misma que le permita concientizar a sus trabajadores sobre el uso adecuado de la energía eléctrica, evitando los despilfarres de la misma. Por lo tanto, se propone también un serie de procedimientos en la empresa que ayuden a la misma a desarrollar este tipo de visión, los cuales están acompañadas de la propuesta de planeación de mejoras continuas con las cuales se conseguirá cada vez más una mayor eficiencia en la utilización del recurso energético. Además, una metodología sencilla se incluye dentro de la misma propuesta con el objetivo de facilitar al personal que estará encargado de estos proyectos una herramienta de planeación de cada proyecto a poner en marcha en la empresa.

De esta manera, la única limitante que tendría IMPLAGS.A. para poner en marcha este modelo de gestión energético la representa la inversión a realizar por parte de la empresa, por lo que también se realiza una evaluación financiera en donde se aborda la ejecución de proyectos específicos por separado, como puede ser disminuir el consumo de energía en el sistema de iluminación y aires acondicionados, al igual que la ejecución de un proyecto en general que envuelva todas las propuestas de solución a las problemáticas principales de una sola vez, concluyendo así con el inicio de una nueva etapa dentro de la empresa.

INDICE

INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
JUSTIFICACION	5
MARCO TEORICO	7
ANALISIS Y DESARROLLO.....	12
CAPITULO I: DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS “IMPLAGSA”	12
Objetivo.....	12
Introducción	12
Reseña Histórica y Descripción General de IMPLAGSA	13
Diagrama Unifilar y Censo de Carga de IMPLAGSA	21
Consumo Histórico y Mediciones.....	39
Diagnóstico	47
Conclusión	50
CAPITULO II: PROPUESTA Y EVALUACION DE TECNOLOGÍAS DE ALTA EFICIENCIA	51
Objetivo.....	51
Introducción	51
Identificación de Tecnología y Métodos Alternativos de Generación de Energía Eléctrica.....	52
Evaluación y Comparación de las Tecnologías	86
Aplicación de Soluciones Tecnológicas	93
Conclusión	96
CAPITULO III: METODOLOGIA DE GESTION DE LA ENERGÍA ELECTRICA	97
Objetivos	97
Introducción	97
Estructura del Modelo de Gestión Energética.....	99

Procedimientos de Gestión de la Energía Eléctrica	104
Propuesta Metodológica	114
Conclusión	118
CAPITULO III: EVALUACION FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS.....	120
Objetivo.....	120
Introducción	120
Generalidades de las Evaluaciones Financieras	121
Presupuesto Estimado para el Proyecto	125
Escenarios de Inversión y Ejecución de Proyectos.....	129
Conclusión	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
BIBLIOGRAFIA.....	158
GLOSARIO.....	161
ANEXOS	164

INTRODUCCION

El siguiente trabajo tiene como objetivo fundamental presentar una propuesta metodológica de Gestión Integral de Energía Eléctrica en la Empresa de Implementos Agrícolas IMPLAGS.A. (A la cual nos referiremos de esta manera de aquí en adelante) mediante la realización de una auditoria a sus instalaciones eléctricas. Dicho de otra forma, se presenta un mecanismo que tiene como propósito aumentar la competitividad de la empresa por medio de la implementación de medidas de ahorro energético que mejoren la calidad del consumo energético. Sumado a esto, la estrategia de suplantar portadores primarios por fuentes de energía renovable en ciertas áreas de la empresa le darán una mayor sostenibilidad a la misma desde el punto de vista monetario y de consumo.

Actualmente, la empresa presenta muchos problemas en su sistema eléctrico, los cuales serán señaladas para su futura corrección. Sin embargo, las principales causas de los mayores derroches de energía son los problemas a resolver en este trabajo, con lo que se pretende obtener un ahorro energético considerable para la empresa. Este ahorro energético se traducirá en ahorro monetario, el cual creará la oportunidad que la empresa necesita para realizar las futuras mejoras requeridas y materializar los proyectos planteados en pro de la misma. Además, contribuirá a la atracción de nuevos inversionistas para la diversificación y comercialización de nuevos productos y servicios en la empresa que generen más capital para la misma.

En resumen, con este trabajo se pretende dotar a IMPLAGSA con un modelo de gestión energética que le brinde la posibilidad de ser más productiva y competitiva frente a empresas del mismo ramo y proveerla de métodos y herramientas que le permitan mantener un crecimiento progresivo dentro de su mercado de trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer una metodología de gestión integral de energía eléctrica que permita optimizar el consumo de Electricidad en la Empresa IMPLAGSA.

Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico del estado actual de la empresa en cuanto a administración y uso eficiente de la energía eléctrica que nos permita caracterizar el potencial ahorro total.

Valorar técnicamente la aplicación de tecnología de alta eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de la empresa.

Proponer procedimientos de gestión de la energía eléctrica en la empresa que promuevan su uso racional y eficiente.

Integrar los resultados del diagnóstico, la evaluación técnica de las instalaciones y equipos de la empresa con los métodos de gestión sugeridos en una propuesta metodológica para la gestión integral de la energía eléctrica.

Realizar una evaluación financiera de las propuestas de aplicación de tecnología y equipos de alta eficiencia en las instalaciones eléctricas de IMPLAGS.A.

JUSTIFICACION

Durante las últimas décadas, la preservación del medio ambiente y la calidad energética en las empresas han sido ejes de investigación muy impulsados en muchos países (fuera de la región y dentro últimamente), con lo cual se pretende encontrar nuevas estrategias que conlleven a la no contaminación del medio ambiente y a un ahorro energético empresarial significativo que logre implantar una nueva cultura ambiental y energética generalizada.

La actual inestabilidad en los precios de los combustibles fósiles presenta una amenaza creciente para el Sector Industrial Global, cuyo papel dentro de las economías individuales es primordial. Si a esto le sumamos el alto grado de contaminación que estos representan para nuestro medio ambiente y la escases que empiezan a experimentar los mismo, tendremos un mayor problema que supone un planteamiento más estructurado dentro del Sector Terciario que combata sus embates de manera más efectiva. Por lo tanto, esta investigación se dispone a proponer una Modelo de Gestión Integral de Energía (MGIE) cuyos propósitos y fines están centrados, de forma sintetizada, en proporcionar a las empresas un mayor grado de competitividad y productividad, lo que apunta a un estado de ahorro energético óptimo y como resultado una menor contaminación.

Este MGIE viene a ser un sistema que examina profundamente el que hacer de la eficiencia energética. Por esta razón, la implementación del mismo se traducirá en una mayor eficiencia de los procesos productivos en las diferentes empresas, lo que en otras palabras puede entenderse como un ahorro sustancial en el consumo de energía eléctrica que demanda cada línea de producción y por ende un ahorro monetario significativo de igual forma. Además, el sistema está provisto de herramientas que crean un entorno de mejora continua de los procesos con miras a un desempeño futuro cada vez mejor de la empresa, lo cual ha sido siempre una meta a alcanzar por parte de las mismas. Igualmente, la inserción de este sistema al sector productivo no sólo es aplicable

a cualquier empresa o industria sin importar su nivel de desarrollo, sino que también viene a involucrar a todo el personal por el cual está conformada una empresa, lo que resulta en la creación de una conciencia ambiental dentro de sus distintas jerarquías. Esto ayuda a que todos pongamos de nuestra parte para alcanzar una cultura energética que evite el despilfarre y el uso irracional de la energía eléctrica.

Como complemento, El MGIE propone la utilización de energía renovable para la generación de energía eléctrica que suplirá ciertas necesidades dentro de la empresa, haciendo de esa manera que la misma dependa cada vez menos de los portadores energéticos primarios, cuya generación es a base de combustible fósil y produce grandes afectaciones al medio ambiente. Esta situación en particular favorece a la industria ya que podrá participar en el Mercado de Bonos Verdes que empezó sus actividades en Nicaragua hace muy poco tiempo y obtener los beneficios ofrecidos por el mismo. De esa manera, logramos un enfoque ambiental, ahorrativo (tanto energético como monetario) y competitivo para uno de los sectores clave dentro de la economía de los países.

MARCO TEORICO

Los modelos de gestión energética han sido una verdadera respuesta al problema del uso irracional e ineficiente de la energía eléctrica. Estos modelos tienen como objetivo inmediato la reducción de costos de operación de la empresa y el impacto ambiental generado por la misma a través de una administración correcta de los recursos energéticos demandados.

En Europa, muchos son los países que aplican este tipo de modelos en sus sectores industriales a cambio de recibir una mayor eficiencia de los procesos productivos llevados a cabo en las empresas por las cuales está conformado, teniendo como resultando una eficiencia energética más alta. Este incremento en la eficiencia energética se traduce en un ahorro muy significativo, tanto monetario como energético, para la estabilidad económica de las mismas, obteniendo de esa manera un mayor grado de productividad, y por lo tanto, de competitividad.

Por otro lado, estos modelos exponen que para que haya un impacto certero en la tarea de optimización de los recursos energéticos, toda la empresa debe de estar involucrada en el desarrollo de la misma. Por esta razón, se contempla en ellos una cultura organizacional que garantice el cumplimiento de los objetivos, compromisos y metas planteadas como una guía a seguir en todo momento para el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica. De esta manera, se debe crear un espacio gerencial dentro del diseño organizacional de la empresa que vele por el desempeño correcto de las actividades establecidas en el modelo de gestión e integre las diferentes áreas que componen la misma a favor de la eficiencia energética. (Ministerio de Minas y Energía, 2008, Pág. 9)

En países Latinoamericanos como Colombia, se utilizaron como punto de referencia los modelos de gestión de la energía aplicados en Europa para crear el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE) como una respuesta al uso irracional de la energía que se vive en ese país. El MGIE viene a ser entonces

una guía metodológica en la que se establecen actividades, normas y procedimientos a seguir para la implementación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), el cual se encarga de materializar mediante las herramientas necesarias lo establecido por el modelo. (Ministerio de Minas y Energía, 2008, pág. 9)

Para llevar a cabo el MGIE, es necesario realizar una serie de tareas (primeramente) cuyo objetivo principal es el de proporcionar un diagnóstico administrativo-energético actual de la empresa a la cual se pretende aplicar. Para esto, es preciso hacer un replanteamiento de los procesos (productivos o de cualquier índole) que realiza la empresa para luego establecer las debilidades en el sistema técnico-organizativo de la misma. En esta parte también es muy importante poner atención a aquellas áreas o procesos en las que haya capacidad de innovación tecnológica para el mejoramiento y optimización del mismo. (Ministerio de Minas y Energía, 2008, pág. 17-18)

Luego de haber realizado el diagnóstico actual, se procede a elaborar una guía-manual que se encargará de establecer los objetivos, tareas, procedimientos y metas a alcanzar en un periodo de tiempo estipulado en la misma. Esto se hace con la participación de la gerencia de la empresa ya que ella será la encargada primeramente de crear un espacio gerencial que se encargue del seguimiento y divulgación de la guía-manual, al igual que reajustar la estrategia planteada en la misma una vez concluido el primer plazo de tiempo estipulado.

Ya realizado esto, se procede a conformar una estructura técnica y organizacional la cual juega un papel muy importante en el desarrollo y puesta en práctica del MGIE. En esta parte, se empiezan a realizar análisis de los unifilares de distribución primaria y secundaria (en caso de haberlos) y la elaboración y análisis de censos de carga. De esto, se deriva la realización de un Diagrama de Pareto con el cual se identificarán los posibles centros de

costos (En el caso de líneas de producción de gran tamaño) y las formas de medición de los mismos. En caso de una empresa que no sea de gran envergadura, el Diagrama de Pareto servirá para identificar las áreas y equipos claves dentro de la empresa con los que se deberá trabajar.

Además de esto, la familiarización por parte de los trabajadores de la empresa (en general) con la nueva estructura, política y sistema organizacional se hace necesario para el correcto funcionamiento del SGIE debido a la cultura organizacional, ambiental y energética que desea implantar.

Con el diagnóstico actual de la empresa y la estrategia a seguir realizados, es necesario ahora estructurar el SGIE de manera que posea los elementos necesarios para cumplir con lo consensuado en el MGIE. Para esto, es ineludible realizar una caracterización de los centros de costo (en caso de una línea de producción), los procesos o los equipos clave con el objetivo de validar o definir nuevos indicadores del bienestar de la empresa. A esto se le denomina Sistema de Gestión y ayuda a establecer metas tangibles. Luego, se procede a identificar las variables de control necesarias para la regulación del consumo eléctrico de los componentes caracterizados previamente con el objetivo de coordinar las operaciones, el mantenimiento y la producción de la empresa. Seguidamente, se establece el monitoreo de las variables de control cuyos datos resultantes serán utilizados para el mejoramiento de los procesos y la adopción de acciones correctivas o preventivas necesarias. (Ministerio de Minas y Energía, 2008, pág. 19-25)

Con lo anterior realizado, la oportunidad de presentar una propuesta más concreta en cuanto a las medidas a tomar en cuenta para incrementar la eficiencia energética aumentará en gran manera ya que una vez conocidas las áreas específicas en donde se está fallando se podrán realizar proyectos de ahorro más enfocados a esa tarea.

Completado lo descrito previamente, innovar en un mayor grado tecnológico los procesos de la empresa será algo necesario ya que esto no solo se trata de comprar equipos o dispositivos de mayor eficiencia sino que también se trata de monitorear y vigilar de forma más inteligente por medio de sensores, comparadores y actuadores, ya sean electrónicos o digitales. No obstante, en la era de las comunicaciones y los sistemas digitales, realizar esta tarea utilizando la técnica digital sería lo más conveniente.

Al final, lo que restaría por hacer sería una evaluación técnica, económica y ambiental de medidas a tomar para el uso racional de la energía eléctrica a corto y mediano plazo. En esta parte, contemplar el remplazamiento de portadores energéticos primarios por energía renovable, para ciertos procesos y áreas de la empresa que lo permitan, representará el valor ambiental agregado del SGIE. Los sistemas y equipos para la obtención de energía eléctrica a partir del sol y el viento experimentan un cambio de tendencia en sus aplicaciones favorables para la puesta en marcha de esta actividad; por lo tanto, su implementación no será tan laboriosa ni costosa como pudo haber sido en décadas pasadas.

Concluidas todas las tareas, la elaboración del documento formal del SGIE esencial para su implementación, la preparación del personal de la empresa y la actualización del equipo de eficiencia energética (si lo hay, sino habrá a que formarlo) comprenderán la fase final del SGIE.

Cabe mencionar que el diagnóstico actual de la empresa y la estructuración del SGIE adecuada a la misma tienen como propósito descubrir la potencial rentabilidad para la aplicación del SGIE y asignar los recursos necesarios para lograr las metas planteadas una vez estructurado.

De esta forma, es importante mencionar que el MGIE es la guía utilizada para implementar el SGIE, el cual está dirigido a materializar lo consolidado en la guía; sin embargo, ambos conforman una nueva visualización del problema de

uso irracional de la energía eléctrica en países Latinoamericanos como el nuestro, en donde la cultura de ahorro energético y ambiental debe de ser difundida de alguna manera. Si bien es cierto que muchas organizaciones y entes gubernamentales trabajan en programas y proyectos para aliviar este problema, los resultados obtenidos no serán los esperados hasta que se cree un cambio a nivel cultural de todas las personas en cuanto al uso inadecuado de la energía.

ANALISIS Y DESARROLLO



CAPITULO I: DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS “IMPLAGSA”

Objetivo

Realizar un diagnóstico del estado actual de la empresa en cuanto a administración y uso eficiente de la energía eléctrica que nos permita caracterizar el potencial ahorro total.

Introducción

Debido a que la energía es un rubro muy importante dentro del ámbito empresarial e industrial, su uso adecuado puede traducirse en un aumento de utilidades, precios más competitivos en el mercado y mayor disponibilidad de recursos. Una propuesta de Gestión Energética adecuada y ajustada a las necesidades inmediatas de IMPLAGSA debe de estar basada principalmente en la realización de un análisis de los costos y usos de la energía, para de esa manera comprender la mejor forma de emplearla e identificar las localidades donde ocurren desperdicios de energía en cada una de sus áreas.

Consecuentemente, para lograr este propósito es necesario hacer uso de la herramienta metodológica llamada Auditoria Energética.

Para este estudio, el formato de auditoria fue obtenido (y traducido) de un modelo básico de auditoria energética realizado por el programa de energía de la Universidad Estatal de Washington (**Anexo 1**), y debido a que es un modelo básico, la información brindada también será básica, pero esencial para el estudio.

Reseña Histórica y Descripción General de IMPLAGSA

Reseña Histórica de IMPLAGSA

La Empresa de Implementos Agrícolas S.A. IMPLAGSA, fundada en 1972 por los Señores Alejandro Terán, Wilfredo Alanís y Oscar García, inició como un pequeño taller donde se realizaban reparaciones y venta de Implementos Agrícolas (tractores, arados, cosechadoras, etc.). Luego de diez años (en 1982) la empresa, además de las actividades mencionadas anteriormente, empieza a diseñar y construir maquinaria agrícola y piezas de maquinaria con la visión de establecerse en el mercado nacional como una empresa en la rama metal-mecánica, cuya ubicación en la actualidad es km 91 ½ Carretera By-Pass León-Chinandega.

Actualmente, IMPLAGSA no posee personería jurídica debido a que años después del traslado a su ubicación actual pasó a ser una empresa estatal. Esto se da cuando el señor Wilfredo Alanís toma el cargo como presidente del Banco Central en León, el cual ameritaba que este no tuviera bienes a su nombre, razón que genera el traspaso de mayoría de las acciones de la empresa al estado. Aunque, los otros dos dueños seguían siendo accionista después de que el Señor Wilfredo cedió su parte de las mismas, estos se retiraron después de un tiempo, quedando la empresa en manos del estado completamente.

Durante el periodo que la empresa perteneció estado, fue administrada y abastecida por cooperativas u organizaciones designadas por el mismo estado, los cuales se encargaban de mantener el ritmo de trabajo de la empresa proveyéndola con el material necesario para la realización del mismo y estableciendo relaciones con otras empresas y programas extranjeros que les facilitaran la adquisición de nuevos equipos y tecnología.

Posteriormente, por razones de no liquidez con los trabajadores de la empresa, esta es cedida a los mismos (hace 4 años) junto con un inventario general de la empresa y el porcentaje de acciones correspondiente a cada uno; sin embargo, no se entregó ningún documento que certifique legalmente este traspaso en ese momento. El caso se mantiene en proceso desde entonces en la Asamblea Nacional, esperando ser aprobado por el Presidente de la República, última firma requerida para que la empresa pase a ser legalmente de los trabajadores.

Por lo descrito, el crédito a la empresa es nulo por parte de los bancos, lo que esta afectando en los planes futuros de la misma para dinamizar sus ingresos, los cuales son:

- Modernizar los equipos y maquinaria
- Crear un área de mantenimiento
- Prestar servicio a la rama automotriz
- Adquirir convenios con empresas y marcas de productos
- Iniciar área de proyectos

Por otro lado, esta estrategia se piensa llevar a cabo haciendo énfasis en la importancia de la eficiencia y el ahorro energético para lograr un incremento en la producción y competitividad de IMPLAGSA, razón que genera la realización de este estudio y el interés en el mismo por parte de la empresa ya que esta atraviesa problemas monetarios debido a los altos costos de las facturas de energía eléctrica en los últimos dos años.

Descripción General de IMPLAGSA

IMPLAGSA, dedicada inicialmente solo a la rama de Maquinaria Agrícola, realiza hoy en día todo tipo de estructuras metálicas, tanques aéreos, estructura de puentes, etc. bajo normas y estándares como: ASTM A106 (American Society for Testing and Materials) y API 520 (American Petroleum Institute) para los tanques de almacenamiento de combustible o crudo. El material más utilizado por la empresa para realizar sus trabajos es el hierro al carbón, pero también utiliza aluminio o acero inoxidable esporádicamente (solo a petición del cliente). Las siguientes fotos muestran algunos de los productos terminados fabricados en las instalaciones de la misma.



Fig. 1.1



Fig. 1.2

Actualmente, los ingresos de la empresa están rondan en promedio los C\$ 200,000 (\$ 8,700 apróx.) mensuales netos, llegando hasta los C\$ 500,000 (\$ 21,750 apróx.) en periodos en que la producción es bastante alta. Sin embargo, la empresa no es capaz de ejecutar un proyecto de gran envergadura (para los cuales tiene capacidad) debido a que carece de capital de trabajo, lo que se quiere remediar con la pronta implementación de los planes futuros mencionados anteriormente.

IMPLAGSA cuenta con una superficie bruta de $24,921.62 m^2$, de los cuales $6,717.75 m^2$ están contruidos. Esta superficie construida esta repartida entre todas las áreas que comprenden la empresa, mostradas a continuación.

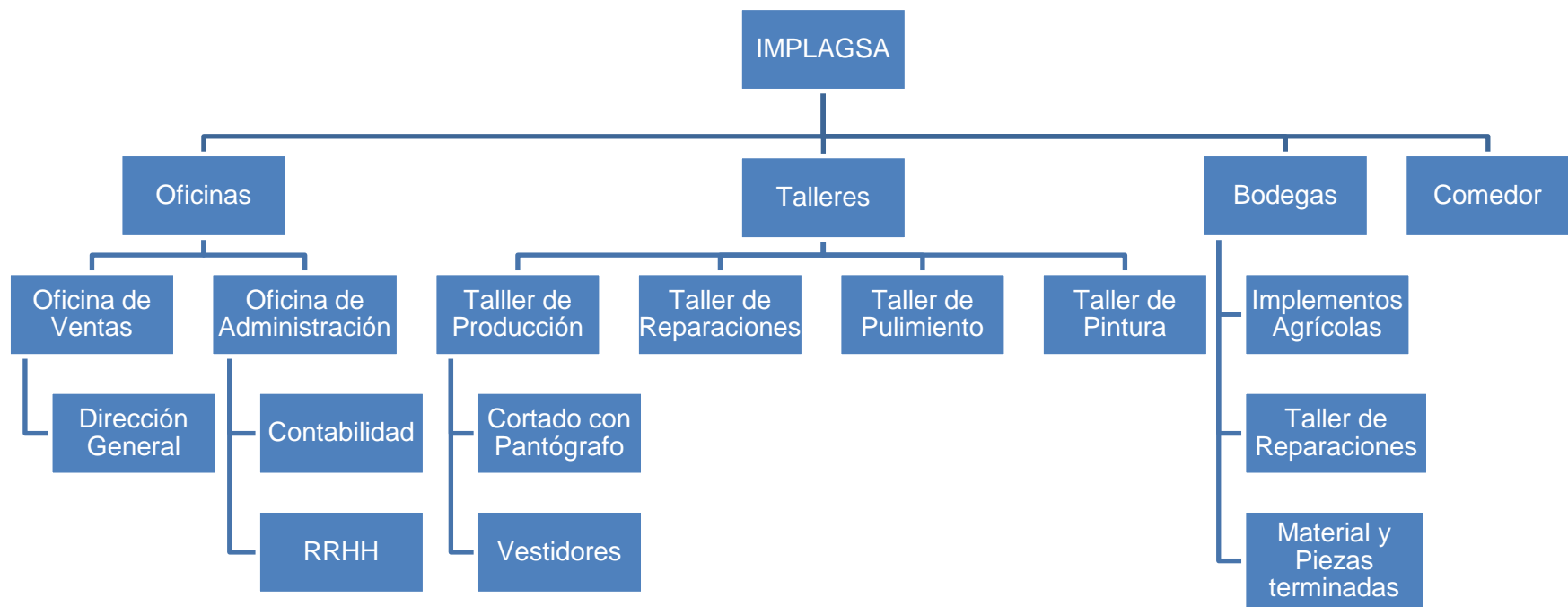


Diagrama 1.1. Organización de IMPLAGSA según sus áreas.

El Diagrama 1.1 fue construido según información obtenida de la vista de planta del plano de conjunto de la empresa, proporcionado por el actual Gerente General de la misma Lic. Jairo Saravia ([Anexo 2](#)). Cabe mencionar que el organigrama de la empresa no obedece a este orden.

Infraestructura

Su infraestructura en general se conforma de paredes de concreto, columnas y vigas de acero, techos de Plycem tipo Fortec¹ y accesos dentro de la empresa en su mayoría adoquinados. Las áreas destinadas a oficinas poseen cielo falso de Plywood², pocas ventanas (en algunos casos ninguna) para el aprovechamiento de luz solar y puertas de madera, las cuales no se encuentran herméticamente selladas afectando el trabajo de los aires acondicionados (existentes únicamente en áreas de oficinas). En las áreas de talleres, los espacios abiertos son muy abundantes (al punto de dar la impresión de estar a la intemperie) y los techos están provistos de láminas tragaluces para aprovechar la luz solar. No obstante, estos tragaluces se encuentran en mal estado o con mucha suciedad por falta de mantenimiento actualmente. Es importante mencionar aquí que la empresa se encuentra en un zona bastante árida, donde el viento sopla y debido al mal diseño de los galerones se introduce mucho polvo, el cual afecta la limpieza de los talleres al igual que el mantenimiento de las maquinas debido al diseño de los galerones donde se encuentran estos. Los accesos presentan un buen estado, pero se hace notar la necesidad de un mantenimiento más periódico y un ordenamiento de los sobrantes de material más riguroso para que no sean obstáculos y mejoren la presentación de los mismos.

Higiene y Seguridad

La higiene de la empresa, en general, se ve afectada por la gran cantidad de polvo que se introduce en los talleres, lo cual afecta el mantenimiento de las máquinas (y su funcionamiento) y la limpieza de los espacios de trabajo al acumularse la suciedad con grasa, aceite o cualquier otro agente utilizado en los mismos. Además, el almacenamiento de desperdicios de metal o piezas sin ocupar en cualquier espacio de los talleres ayuda a la acumulación de suciedad

¹ Conocido comúnmente como Nicalit debido a la empresa que distribuía el producto en el país. Son láminas onduladas para techo obtenidas de una combinación de fibras sintéticas y orgánicas mineralizadas. www.plycem.com

² Tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor.

y basura en los talleres al no haber sitios específicos para almacenar material sin utilizar y la basura generada por los mismos trabajadores.

Por otro lado, tanto la seguridad de la empresa como la de los mismos trabajadores es un factor a ser considerado ya que las mismas piezas y desperdicios de metal acumulados en cualquier lugar pueden ocasionar un accidente serio, sin mencionar que algunos de estas desperdicios caen muy cerca de los canales por donde pasan las acometidas principales para algunos talleres. Además, algunas conexiones en desuso y obsoletas se encuentran expuestas en muchos puntos de los talleres, lo cual podría ser también un motivo de accidente muy serio. Hay que mencionar aquí también que la empresa no cuenta con equipo extintores en caso de incendios, por lo que se corre el riesgo de perder tanto vidas humanas como elementos materiales importantes para la empresa.

Adicionalmente, los trabajadores de IMPLAGSA no poseen equipos de seguridad que los protejan de los peligros inherentes al trabajo con el metal y no existe señalización adecuada en lugares claves de la empresa, lo que agrava aún más la situación.

Perfiles de Ocupación

En cuanto a fuerza laboral, IMPLAGSA cuenta con 50 empleados aproximadamente. Los perfiles de ocupación diario, semanal y anual de la empresa se muestran en las siguientes tablas, al igual que se refleja el volumen de personas trabajando y los horarios laborales.

En la siguiente tabla (Tabla 1.1) se observa la distribución de los empleados en las diferentes áreas de trabajo. Los talleres de Reparación/pintura y Producción (incluyendo en este Soldadura y Bodega) son las áreas donde más se concentran los trabajadores y los que trabajan los días sábados. Sin embargo, cuando hay trabajos retrasados, el volumen de trabajadores puede llegar a 15 ó 17 trabajadores los días sábado y domingo (solo en períodos de alta facturación).

Area/ Zona	Días de la Semana			Fines de Semana y Feriados		
	Horas		# de Personas	Horas		# de Personas
	Desde	Hasta		Desde	Hasta	
Ventas	7:00	5:30	6			
Admon	7:00	5:30	7			
Reparación	7:00	5:30	10	7:00	12:00	6
Producción	7:00	5:30	25	7:00	12:00	2

Tabla 1.1. Horarios y Areas de Ocupación de la Empresa

La Tabla 1.2 (Perfil de Ocupación diario) muestra el horario de trabajo de la empresa, el cual es de 7:00 AM a 5:30 PM; además, muestra el porcentaje de ocupación de la misma durante el día, el cual es de un 100% de los trabajadores. Hay que mencionar en esta parte que los trabajadores tienen dos recesos (de 15 minutos cada uno): a las 10 de la mañana y a las 3 de la tarde.

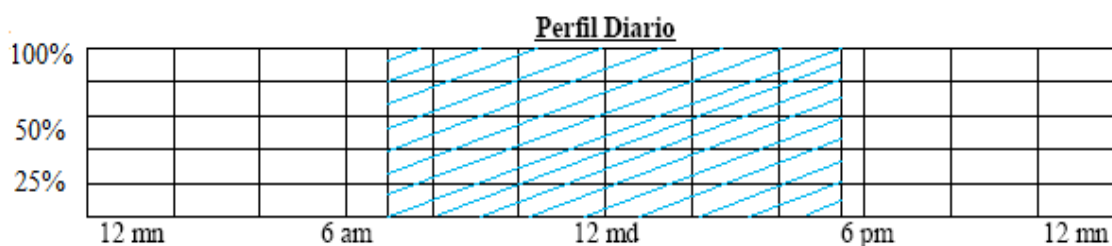


Tabla 1.2. Abscisas: Horas del día; Ordenadas: porcentaje de ocupación.

El perfil de ocupación semanal se muestra en la Tabla 1.3. En ella podemos observar que los días de mayor concentración del personal son de Martes a Viernes. Los Sábados se trabaja cuando hay bastantes proyectos o proyectos atrasados, pero solo el personal de talleres, como se mencionó y se observó en la tabla 1.1. En este caso, el número de trabajadores correspondería al total de trabajadores de un día de semana de trabajo normal (35 aproximadamente según tabla 1.1).

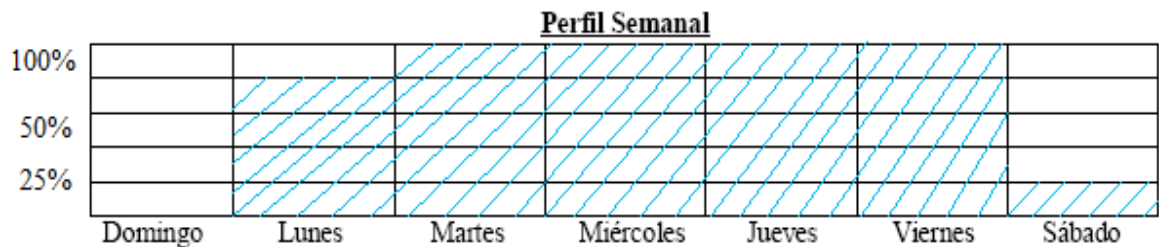


Tabla 1.3. Abscisas: días de la semana; Ordenadas: porcentaje de ocupación.

El Perfil de Ocupación Anual de la Empresa se muestra en la Tabla 1. 4. En ella, podemos observar que los meses de mayor facturación obedecen al periodo comprendido entre Marzo-Octubre, el cual se da la mayor facturación de la empresa. La razón de lo anterior es que los periodos de cosecha en los Ingenios o otras empresas agrícolas se da en este lapso de tiempo.

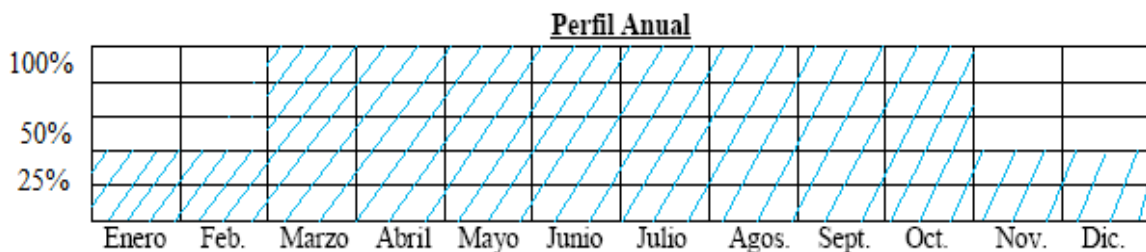


Tabla 1.4. Abscisas: meses del año; Ordenadas; porcentaje de trabajo

Para Concluir, es de mucha importancia mencionar que IMPLAGSA no posee una línea de producción definida ya que el funcionamiento de la empresa se basa en los proyectos adquiridos en el año. Esto nos indica que no hay una caracterización constante del consumo energético específico para las áreas de la empresa debido a que el mismo estará en dependencia de la cantidad de trabajo y la cantidad de proyectos que la empresa este llevando a cabo. Con esto, podemos decir que existe la necesidad de establecer un modelo de trabajo en los talleres que coordine tanto el funcionamiento de las máquinas de mayor consumo como el de las de menor para minimizar picos de demanda durante su trabajo y evitar arranques periódicos por cortos tiempos de máquina cuyos consumos energéticos son considerables.

Diagrama Unifilar y Censo de Carga de IMPLAGSA

Diagrama Unifilar de IMPLAGSA (Anexo 3)

A continuación, se realiza una descripción de los Sistemas Eléctricos Trifásicos Instalados en la empresa (con niveles de tensión de 240V y 480V trifásicos) que ofrecen un vistazo a la importancia de cada uno de ellos dentro de la misma y una idea general del tamaño y consumo de sus instalaciones. Además, existe un Sistema Eléctrico Monofásico 120/240V (240V L-L, 120V L-N) con derivación central (Mid Tap) encargado de alimentar las áreas de oficinas, iluminación y carga de aires acondicionados de la empresa.

En IMPLAGSA, existe una medición primaria instalada a las afueras de su perímetro. Esta medición, es la única encargada de censar la energía por los siguientes transformadores y banco de transformadores:

- Banco de Transformadores Monofásico tipo poste: Consta de dos transformadores monofásicos conectados en Y- Δ Abierta (Estrella-Delta Abierto). La potencia nominal de cada transformador es de 100 kVA, con niveles de tensión 13.2kV/ 480 V. Se desconocen los periodos de mantenimiento de estos y el tiempo que han pasado conectados de esa manera. (Anexo 4)
- Transformador Tipo Pedestal (o Tipo Subestación): Transformador Trifásico cuya potencia nominal es de 250 kVA. La conexión de este Transformador es Δ -Y (Delta-Estrella), con niveles de voltaje 13.2kV/ 220 V. Para lograr el nivel de 220 V del secundario en este tipo de conexión, se subieron los Taps del transformador. Hoy en día, estos no se pueden regular más debido a que el selector fue dañado. (Anexo 5)
- Transformador Monofásico Tipo poste: Transformador montado sobre un poste de 12 metros, cuya potencia nominal es de 50 kVA. Los niveles de tensión de este transformador son 13.2kV/ 120V fase partida (Sistema Bifásico 120V L-N, 240 L1-L2). (Anexo 6)

Cabe mencionar que estos transformadores han estado operando en la empresa desde los inicios de la misma (hace 20 años) y se desconoce la cantidad de mantenimiento preventivo y correctivo que se les realiza o se les ha realizado.

Estos transformadores descritos se conectan (por medio de conductores) a la parte interna del Taller de Producción, lugar donde se encuentran el centro de carga y paneles principales de distribución en baja tensión a describirse seguidamente:

- Sistema Eléctrico 240V Trifásicos: La acometida eléctrica proveniente del transformador de pedestal (O tipo Subestación) de 250 kVA alimenta un gabinete de distribución en baja tensión (PP1) conformado por un sistema de barra de cobre, cuya desconexión de la alimentación se realiza a través de un desconector principal tipo seccionador con ajuste de corriente de 260-400 Amps y voltaje de operación de 600V. Dentro de este gabinete, existen 4 desconectores provistos de fusibles de cartucho tipo NH³ (**Anexo 7**) los que están encargados de alimentar los circuitos derivados de este gabinete. Es importante mencionar que estos desconectores no son exclusivos para una sola carga o un solo circuito derivado, ya que alimentan a más de una como se podrá observar en el diagrama unifilar levantado en la empresa. Estas cargas conectadas directamente la conforman por lo general máquina de gran consumo, como:

- Plegadora
- Prensa Hidráulica de 2500 kN

A las cuales se les debe poner importante atención en la frecuencia de uso y operación. (**Anexo 8**)

- Sistema Eléctrico 480V Trifásicos: La alimentación de este Sistema proviene del banco de transformadores (2x100 kVA) conectados en

³ Cartucho Fusible para protección de línea cuya capacidad interruptiva es de 120 kA. Estos Fusibles son fabricados y distribuidos bajo la marca Alemana de equipos y dispositivos SIEMENS. www.energy.siemens.com

Y- Δ Abierto, la cual conecta la carga al mismo por medio de un seccionador-fusible (fusibles de cartucho tipo NH) de 3x250 Amps, instalado en un gabinete NEMA 1. Este seccionador-fusible es el único existente en este gabinete (cuyo tamaño no permite más elementos además) y encargado de alimentar a los circuitos derivados de este sistema, los cuales son:

- Alimentación de Cizalla
- Acometida de alimentación a taller de soldadura
- Alimentación de torno Coreano en taller de Reparaciones

Lo que nos lleva a concluir que el seccionador-fusible se encuentra a manera de desconector principal del Sistema 480V. (Anexo 9)

- Sistema 1 Φ 120/240V con Derivación Central: Este Sistema se alimenta del transformador monofásico de 50 kVA instalado en poste ubicado dentro del área de transformadores de la empresa. Esta alimentación llega a un gabinete NEMA 1, provisto de un Interruptor de seguridad (IP) protegido por fusibles de cartucho tipo NH de 3x200 Amps. Al igual que en el Sistema 480V, este IP es la única desconexión (y protección) existente entre el transformador y los circuitos derivados, los cuales se componen principalmente de una acometida hacia la oficina de contabilidad, otra acometida hacia la oficina de administración y la acometida del panel monofásico (Ckto 1) de iluminación y tomacorrientes ubicado en el taller de producción. La alimentación de la oficina de ventas posee una acometida directa desde el transformador hacia un panel principal dentro de la misma.

En los gabinetes trifásicos hay que señalar que, además de la carga conectada a ellos, se encuentran conectados unos bancos de compensación de 75 kVAR (Sistema 240V Trifásicos) con una etapa fija de 15 kVAR, al igual que uno de 80 kVAR (Sistema 480V Trifásicos) con una etapa fija de 20 kVAR.

Censo de Carga de IMPLAGSA

El censo de carga es un registro o inventario de los equipos eléctricos existentes en una empresa o industria, cuyo objetivo principal es el de ayudar en el análisis del consumo energético dentro de las mismas y del comportamiento de la facturación para ubicar perdidas de energía o hacer reclamos. Además, permite caracterizar el tipo de carga predominante (trifásica o monofásica) para de esa manera conocer cómo esta balanceado el sistema eléctrico de la empresa o industria, al igual que identificar las zonas de mayor concentración de carga, las cuales podrán ser catalogadas como zonas principales para la aplicación de proyectos de calidad energética y mejora tecnológica que favorezca el ahorro y el buen desempeño de sus actividades. (Orjuela, 2008)

A continuación, se muestra el censo de carga realizado a la empresa, en el cual podemos observar la cantidad de equipos y maquinaria localizada en sus talleres (en el caso de la carga trifásica) y oficinas (en el caso de la carga monofásica), al igual que los datos técnicos de los mismos. Además, se realiza con esta misma información un estimado del consumo de energía eléctrica diario y mensual utilizando factores de demanda y coincidencia, además un promedio de las horas de utilización de todos los equipos en cada área de trabajo que determina la cantidad de tiempo que se opera en ellas.

Potencia Instalada o Nominal

La potencia instalada se define, para este caso en particular, como la capacidad nominal que posee la empresa en equipos y maquinarias, incluyendo en estos tanto monofásicas como trifásicas, la cual se representa en el siguiente gráfico 1.1. Este gráfico muestra el porcentaje que representa tanto la potencia monofásica como la potencia trifásica total instalada, en el cual claramente podemos ver que la segunda es la predominante en la empresa. Los porcentajes observados en el grafico 1.1 corresponden a los siguientes valores de potencia monofásica y potencia trifásica obtenidos del Censo de carga que se representa en la Tabla 1.5.

Carga total Instalada	
Tipo	Pot (kW)
Monofásica	34.5
Trifásica	476.4

Tabla 1.5.

Potencia Total Instalada en IMPLAGSA

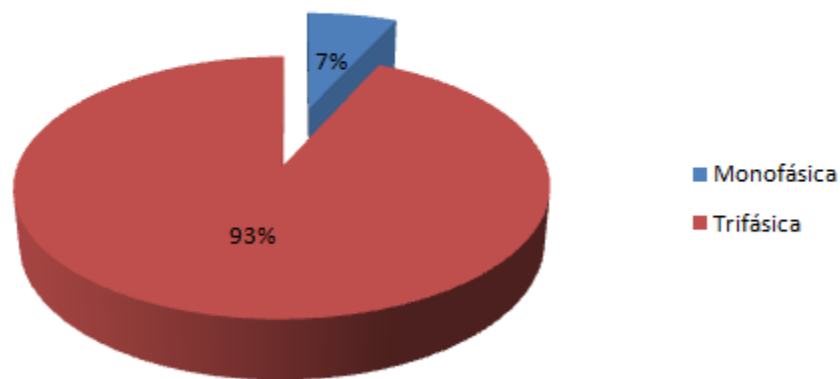


Gráfico 1.1.

Potencia Nominal Monofásica

A continuación se presentan las tablas correspondientes al Censo de carga total monofásico (correspondiente al 7% del total de la empresa según Gráfico 1.1) y a su distribución en las diferentes áreas de la empresa.

La siguiente tabla (tabla 1.6) muestra el Censo de carga monofásica general de IMPLAGSA, en el que se puede observar la potencia monofásica total instalada en el transformador de 50 kVA. Con un **factor de potencia de 0.96**, según mediciones realizadas⁴, podemos decir que el transformador esta a un 72 % de su capacidad total teniendo en cuenta que la **carga instalada total es de 34.5 kW**.

⁴ Las mediciones se realizaron con un Analizador de Redes, el cual arroja el valor de factor de potencia reflejado. Más información brindada por el mismo se presenta en la sección de Análisis de la red trifásica de la empresa de este capítulo.

Censo de Carga Monofásico						
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ind (Amps)	I. Total (Amps)	Pot. Ind. (W)	Pot. Total (kW)
Comp. Escritorio	7	120	4.5	31.5	540	3.8
A.A. Split (18,000 BTU)	3	240	8.2	24.6	1970	5.9
A.A. Split (9,000 BTU)	1	240	4.1	4.1	985	1.0
A.A. Ventana (1 Ton)	3	240	5.4	16.3	1300	3.9
Sumadora	6	120	0.1	0.3	6	0.036
Lámp. 20W Sencilla	11	120	0.2	1.8	20	0.2
Lámp. 20W Doble	2	120	0.3	0.7	40	0.1
Lámp. 40W Sencilla	10	120	0.3	3.3	40	0.4
Lámp. 40W Doble	28	120	0.7	18.7	80	2.2
Lámp. 80W Sencilla	2	120	0.7	1.3	80	0.2
Lámp. 80W doble	31	120	1.3	41.3	160	5.0
Fotocopiadora	1	120	9.8	9.8	1172	1.2
Fridge 6 pie cúbicos	1	120	0.9	0.9	103.8	0.1
Fridge 10 pie cúbicos	1	120	1.3	1.3	153	0.2
Cafetera	2	120	4.6	9.1	546.3	1.1
Microondas	1	120	11.9	11.9	1425	1.4
Planta telefónica	2	120	1.5	3.1	185	0.4
Dispensador de Agua C/H	2	120	5.4	10.8	650	1.3
Escaner	1	120	1.3	1.3	150	0.2
Bombillo Vapor de Mercurio	5	240	0.9	4.4	211	1.1
Pulidora DeWalt	1	120	11.7	11.7	1400	1.4
Pulidora Metabo	3	120	10.0	30.0	1200	3.6
Total				238.1		34.5

Tabla 1.6. Censo general de carga monofásica.

Una vez conocida la cantidad de equipos conectados a la alimentación monofásica y su potencia total, procedemos a mostrar como se encuentran distribuidos estos equipos dentro de las diferentes áreas de la empresa, siendo estas las oficinas de Ventas, Administración y Talleres para este tipo de carga.







Censo de Carga Monofásico												
Elemento		Cantidad		Volt (V)		I. Ind (Amps)		I. Total (Amps)		Pot. Ind. (W)		Pot. Total (kW)
Comp. Escritorio		2		120		4.5		9.0		540		1.1
A.A. Split (18,000 BTU)		1		240		8.2		8.2		1970		2.0
A.A. Ventana (1 Ton)		2		240		5.4		10.8		1300		2.6
Sumadora		2		120		0.1		0.1		6		0.012
Lámp. 40W Sencilla		6		120		0.3		2.0		40		0.2
Lámp. 40W Doble		4		120		0.7		2.7		80		0.3
Fridge 10 pie cúbicos		1		120		1.3		1.3		153		0.2
Cafetera		1		120		4.6		4.6		546.3		0.5
Planta telefónica		2		120		1.5		3.1		185		0.4
Dispensador de Agua C/H		1		120		5.4		5.4		650		0.7
Escaner		1		120		1.3		1.3		150		0.2
Total								48.4				8.1

Tabla 1.7. Carga monofásica instalada en la Oficina de Ventas.

Censo de Carga Monofásico							
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ind (Amps)	I. Total (Amps)	Pot. Ind. (W)	Pot. Total (kW)	
Comp. Escritorio	5	120	4.5	22.5	540	2.7	
A.A. Split (18,000 BTU)	2	240	8.2	16.4	1970	3.9	
A.A. Split (9,000 BTU)	1	240	4.1	4.1	985	1.0	
A.A. Ventana (1 Ton)	1	240	5.4	5.4	1300	1.3	
Sumadora	4	120	0.1	0.2	6	0.024	
Lámp. 40W Doble	20	120	0.7	13.3	80	1.6	
Fotocopiadora	1	120	9.8	9.8	1172	1.2	
Fridge 6 pie cúbicos	1	120	0.9	0.9	103.8	0.1	
Cafetera	1	120	4.6	4.6	546.3	0.5	
Microondas	1	120	11.9	11.9	1425	1.4	
Total				89.0		13.8	

Tabla 1.8. Carga monofásica instalada en las Oficinas de Admón.

Censo de Carga Monofásico							
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ind (Amps)	I. Total (Amps)	Pot. Ind. (W)	Pot. Total (kW)	
Lámp. 20W Sencilla	11	120	0.2	1.8	20	0.2	
Lámp. 20W Doble	2	120	0.3	0.7	40	0.1	
Lámp. 40W Sencilla	4	120	0.3	1.3	40	0.2	
Lámp. 40W Doble	4	120	0.7	2.7	80	0.3	
Lámp. 80W Sencilla	2	120	0.7	1.3	80	0.2	
Lámp. 80W doble	31	120	1.3	41.3	160	5.0	
Dispensador de Agua C/H	1	120	5.4	5.4	650	0.7	
Bombillo Vapor de Mercurio	5	240	0.9	4.4	211	1.1	
Pulidora DeWalt	1	120	11.7	11.7	1400	1.4	
Pulidora Metabo	3	120	10.0	30.0	1200	3.6	
Total				100.6		12.6	

Tabla 1.9. Carga monofásica instalada en Talleres.

Seguidamente, se muestra la forma en la que se divide (según su tipo) la carga monofásica en los siguientes gráficos, la cual corresponde a iluminación, aires acondicionados y carga monofásica varia. Hay que aclarar aquí que cuando nos referimos a carga monofásica varia estamos hablando de todos los equipos que no entran en las otras dos categorías, como computadoras, dispensadores de agua, etc. (Ver lista de equipos en tabla 1.6).

Primeramente, se presenta el gráfico 1.2 que muestra la división de la carga monofásica según su tipo en porcentajes. Estos porcentajes corresponden a los siguientes valores de potencia (**Ver Tabla 1.16**):

- Iluminación: 9.1 kW

- Aire Acondicionado: 10.8 kW
- Carga monofásica varia: 14.6 kW

Potencia Instalada según tipo de Carga Monofásica

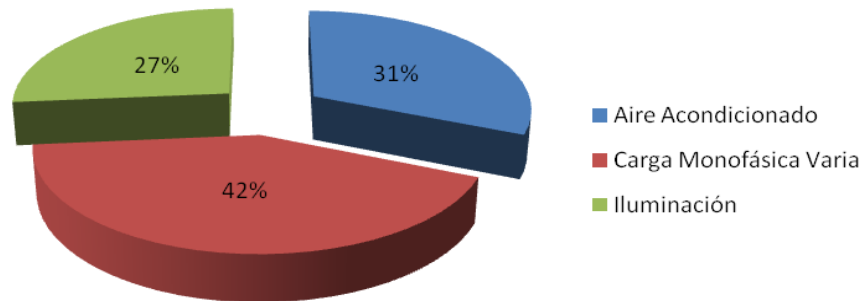


Gráfico 1.2. Carga monofásica según su tipo.

De la misma manera, el gráfico 1.3 muestra la potencia instalada correspondiente a iluminación según el área donde esta se encuentre. Es importante mencionar en esta parte que existen elementos de iluminación en los talleres que no funcionan en su totalidad, como es el caso de los bombillos de vapor de mercurio de los cuales solo 2 funcionan.

Potencia Instalada en Iluminación por Zona

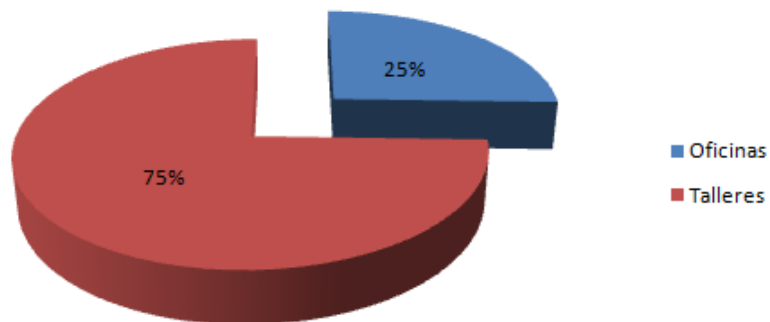


Gráfico 1.3.

Los valores de potencia correspondientes a los porcentajes del gráfico 1.3 se plasman a continuación (**Ver tabla 1.17**):

- Iluminación Oficinas: 2.3 kW
- Iluminación Talleres: 6.8 kW

Y para finalizar con la parte monofásica, se caracteriza la misma según el área donde se encuentra instalada. Al igual que en los otros gráficos, se muestran los valores de potencia correspondientes a los porcentajes mostrados en el gráfico 1.4 (**Ver tabla 1.18**):

- Area de Admón.: 12.3 kW
- Area de Talleres: 12.6 kW
- Area de Ventas: 8.1 kW

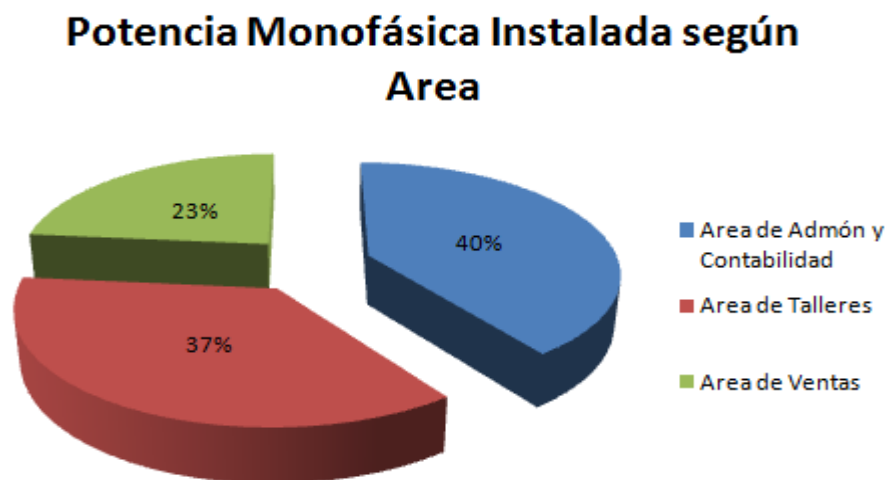


Gráfico 1.4.

Potencia Nominal Trifásica

Se plasma a continuación las siguientes tablas del Censo realizado a la carga trifásica de la empresa. En ellas, se observará tanto las cargas conectadas a 240V como la carga conectada a 480V. Por lo tanto, se comienza esta parte mostrando, en la tabla 1.10, el censo de carga general del Sistema Trifásico de IMPLAGSA.

Censo de Carga Trifásico (Datos de Placa)								
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ope. (Amps)	I. Total (Amps)	Cos Φ	Pot. Ope. (W)	Pot. Total (kW)	
Cepilladora	1	240	4.5	4.5	0.8	1119	1.1	
Taladro de Columna Alemán	1	240	17	17.0	0.82	9000	9.0	
Torno Koreano	4	240	19.3	77.2	0.86	5500	22.0	
Torno Polaco	1	240	29.8	29.8	0.86	15000	15.0	
Torno ONAK	1	240	11	11.0		3730	3.7	
Torno Revolver	1	240	6.2	6.2	0.82	5500	5.5	
Roscadora	1	240	22	22.0		5300	5.3	
Esmeril	3	240	6.7	20.1	0.9	1492	4.5	
Taladro Radial	1	240	60	60.0	0.82	8200	8.2	
Taladro Radial Koreano	1	240	9.4	9.4	0.8	4680	4.7	
Prensa ARRIETA	1	240	13.7	13.7		3730	3.7	
Prensa DAKE	2	240	25.4	50.8		7460	14.9	
Compresor	1	240	18.2	18.2	0.87	2238	2.2	
Fresadora Vertical	2	240	14.6	29.2	0.85	4000	8.0	
Fresadora Universal	1	240	31	31.0		7500	7.5	
Taladro de Pedestal	1	240	6.2	6.2	0.82	5000	5.0	
Prensa Hidráulica 2500 kN	1	240	82	82.0		24000	24.0	
Plegadora	1	240	15	15.0		26500	26.5	
Pantógrafo	2	120	2.5	5.0		300	0.6	
Carro Lineal	3	120	3.3	10.0		400	1.2	
Sierra Eléctrica	2	240	4.3	8.6		1119	2.2	
Prensa Hidráulica	1	240	62	62.0		14920	14.9	
Taladro de Columna	1	240	4.3	4.3	0.86	4300	4.3	
Tekles	3	240	6.24	18.7	0.72	6000	18.0	
Roladora	1	240	28	28.0		3730	3.7	
Compresor Pintura	1	240	7.6	7.6	0.85	2238	2.2	
Prensa Rusa	1	240	11.6	11.6	0.83	4000	4.0	
Torno Koreano T.R.	1	480	11.2	11.2	0.86	5500	5.5	
Sierra Eléctrica Circular	1	240	11	11.0	0.85	2611	2.6	
Soldador MANSFEM T.R.	3	240	72	216.0	0.62	16740	50.2	
Soldador MANSFEM	4	480	36	144.0	0.62	16740	67.0	
Soldador Miller	1	240	45	45.0		11800	11.8	
Soldador Lincoln Pequeño	2	240	50	100.0		11500	23.0	
Soldador Lincoln Grande	2	480	40	80.0	0.65	20700	41.4	
Cizalla	1	480	23	23.0	0.82	10332	10.3	
Banco Capacitores 5 Etapas	1	240	62.5	62.5		15000	15.0	
Banco Capacitores 4 Etapas	1	480	41.7	41.7		20000	20.0	
Soldador K 200	1	240	27.0	27.0	0.84	7500	7.5	
Total				1420.5			476.4	

Tabla 1.10. Censo general carga trifásica conectada en IMPLAGSA.

En la tabla 1.10 podemos observar que la potencia trifásica total instalada en IMPLAGSA es de 476.4 kW. Sin embargo, el transformador de pedestal de 250 kVA y los dos transformadores conectados en delta abierta en el lado secundario (de 100 kVA c/u) suman apenas 423.2 kVA. Con esto, podemos entender que la capacidad total de los bancos trifásicos ha sido excedida en cuanto a potencia instalada en un porcentaje del (tomando en cuenta factor de potencia corregido a 0.95 por bancos de compensación) 18.5 %.

Seguidamente, la Tabla 1.11 muestra el Censo de carga del taller de Reparaciones. La única carga conectada a 480V es el Torno Coreano, único funcional de tres existentes en el taller. Además, hay que mencionar que existen varias máquinas conectadas al sistema eléctrico de este taller que no son utilizadas más (cómo el esmeril) o que nunca pudieron ser utilizadas (tal es el caso de la sierra circular).

Censo de Carga Trifásico (Datos de Placa)							
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ope. (Amps)	I. Total (Amps)	Cos Φ	Pot. Ope. (W)	Pot. Total (kW)
Esmeril	1	240	6.7	6.7	0.9	1492	1.5
Prensa Hidráulica	1	240	62	62.0		14920	14.9
Taladro de Columna	1	240	4.3	4.3	0.86	4300	4.3
Tekles	3	240	6.24	18.7	0.72	6000	18.0
Roladora	1	240	28	28.0		3730	3.7
Compresor Pintura	1	240	7.6	7.6	0.85	2238	2.2
Prensa Rusa	1	240	11.6	11.6	0.83	4000	4.0
Torno Koreano T.R.	1	480	11.2	11.2	0.86	5500	5.5
Sierra Eléctrica Circular	1	240	11	11.0	0.85	2611	2.6
Soldador MANSFEM T.R.	3	240	72	216.0	0.62	16740	50.2
Total				377.1			107.0

Tabla 1.11. Censo de carga Taller de Reparaciones.

De igual manera, tenemos en la Tabla 1.12 la carga del taller de soldadura, que aunque no aparece en el diagrama 1.1, es nombrado de esta manera ya que esa actividad es la que se lleva a cabo en él. La carga predominante es la alimentada al sistema 480V de la empresa.

Censo de Carga Trifásico (Datos de Placa)							
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ope. (Amps)	I. Total (Amps)	Cos Φ	Pot. Ope. (W)	Pot. Total (kW)
Soldador MANSFEM	4	480	36	144.0	0.62	16740	67.0
Soldador Miller	1	240	45	45.0		11800	11.8
Soldador Lincoln Pequeño	2	240	50	100.0		11500	23.0
Soldador Lincoln Grande	2	480	40	80.0	0.65	20700	41.4
Total				369.0			143.2

Tabla 1.12. Censo Taller de Soldadura.

Y por último, la Tabla 1.13 muestra el Censo de carga obtenido del taller de Producción. La mayoría de estas cargas se alimentan de los paneles de distribución trifásica Ckto 2 y Ckto 3 (Mostrados en el diagrama unifilar de la empresa), cuyo levantamiento se puede encontrar en los cuadros de carga de los mismos ubicado en Anexos (**Anexo 10**). Sin embargo, algunas cargas

conectadas a este sistema se alimentan directamente del panel principal, tal y como se menciona en la descripción del Diagrama Unifilar de la Empresa

Censo de Carga Trifásico (Datos de Placa)							
Elemento	Cantidad	Volt (V)	I. Ope. (Amps)	I. Total (Amps)	Cos Φ	Pot. Ope. (W)	Pot. Total (kW)
Cepilladora	1	240	4.5	4.5	0.8	1119	1.1
Taladro de Columna Alemán	1	240	17	17.0	0.82	9000	9.0
Torno Koreano	4	240	19.3	77.2	0.86	5500	22.0
Torno Polaco	1	240	29.8	29.8	0.86	15000	15.0
Torno ONAK	1	240	11	11.0		3730	3.7
Torno Revolver	1	240	6.2	6.2	0.82	5500	5.5
Roscadora	1	240	22	22.0		5300	5.3
Esmeril	2	240	6.7	13.4	0.9	1492	3.0
Taladro Radial	1	240	60	60.0	0.82	8200	8.2
Taladro Radial Koreano	1	240	9.4	9.4	0.8	4680	4.7
Prensa ARRIETA	1	240	13.7	13.7		3730	3.7
Prensa DAKE	2	240	25.4	50.8		7460	14.9
Compresor	1	240	18.2	18.2	0.87	2238	2.2
Fresadora Vertical	2	240	14.6	29.2	0.85	4000	8.0
Fresadora Universal	1	240	31	31.0		7500	7.5
Taladro de Pedestal	1	240	6.2	6.2	0.82	5000	5.0
Prensa Hidráulica 2500 kN	1	240	82	82.0		24000	24.0
Plegadora	1	240	15	15.0		26500	26.5
Pantógrafo	2	120	2.5	5.0		300	0.6
Carro Lineal	3	120	3.3	10.0		400	1.2
Sierra Eléctrica	2	240	4.3	8.6		1119	2.2
Cizalla	1	480	23	23.0	0.82	10332	10.3
Banco Capacitores 5 Etapas	1	240	62.5	62.5		15000	15.0
Banco Capacitores 4 Etapas	1	480	41.7	41.7		20000	20.0
Soldador K 200	1	240	27.0	27.0	0.84	7500	7.5
Total				674.4			226.3

Tabla 1.13. Censo de carga Taller de Producción.

Una vez conocida la carga trifásica existente en la empresa y las áreas en las que se encuentran, es necesario caracterizar a la misma. Comenzamos con el gráfico de distribución de la potencia instalada por área en la que se encuentra (Gráfico 1.5), seguido del gráfico 1.6 en el que muestra la potencia instalada tanto en el transformador de pedestal como en el banco de dos transformadores conectados en delta abierto.

Se puede observar en el gráfico 1.5 que el mayor porcentaje de potencia instalada corresponde a la existente en el taller de producción. Estos valores de potencia mostrados como porcentajes en el gráfico se muestran a continuación (Ver Tabla 1.19):

- Taller de Producción: 226.3 kW

- Taller de Reparaciones: 107 kW
- Taller de Soldadura: 143.2 kW

Potencia Trifásica Instalada en cada Taller

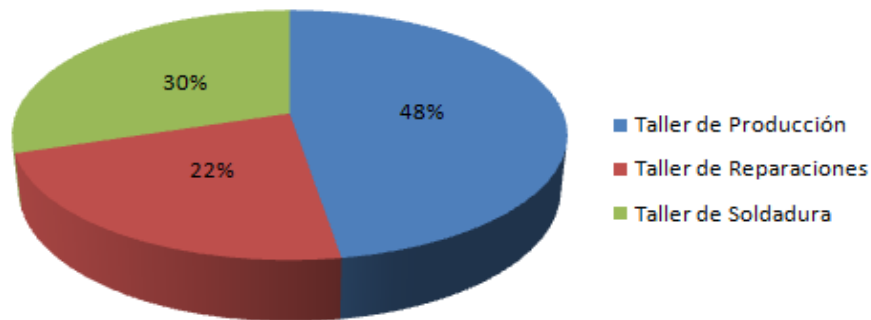


Gráfico 1.5.

En este último gráfico, observamos que la mayor potencia instalada se encuentra en el transformador que alimenta las cargas trifásicas a 240V trifásicos. Los valores de potencia correspondientes a los porcentajes del gráfico se enlistan a continuación (**Tabla Gráfico 1.6 Anexo 11**):

- Tx Pad Mounted: 297.5 kW
- Banco de Tx monofásicos en Delta Abierta: 179 kW

Potencia Instalada en Transformadores

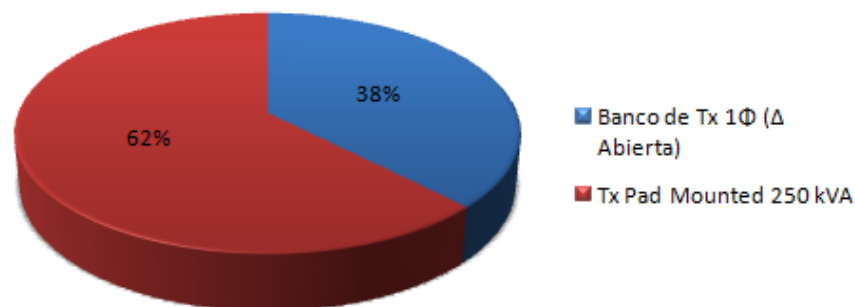


Gráfico 1.6.

Consumo de Energía Eléctrica Estimado

Es necesario entender aquí que toda la carga instalada no consume energía al mismo tiempo, por lo que el comportamiento de consumo es diferente al de la carga instalada. Para estimar el comportamiento de este consumo es necesario establecer factores que nos ayuden a conocer el mismo. En nuestro caso, establecemos un factor de demanda⁵ y un factor de coincidencia⁶. Los valores del factor de demanda fueron establecidos en cada área en base a que la empresa trabaja aproximadamente al 50%, debido al tipo de actividad de cada área y a la diversidad de máquinas que trabajan además de sus horas de uso (Según observaciones in situ). El factor de coincidencia se establece en base a la cantidad de equipos que se usan con más frecuencia en cada área, por ejemplo en el Taller de Producción existen 32 máquinas de las cuales alrededor de 18 trabajan simultáneamente en un día normal de trabajo al 50% de su capacidad según las observaciones realizadas en las diferentes visitas a la empresa. Este mismo procedimiento se utilizó para determinar los demás factores de coincidencia en las áreas restantes de la empresa.

Factores de Demanda y Coincidencia por Area de Trabajo			
Oficina o Taller	Factor de Demanda	Factor de Coincidencia	Total
Taller de Producción	0.5	0.6	0.30
Taller de Reparaciones	0.5	0.3	0.15
Taller de Soldadura	0.5	0.8	0.40
Oficina de Ventas	0.5	0.9	0.45
Oficinas Admón.	0.5	0.9	0.45

Tabla 1.14. Factores de demanda y coincidencia.

Descrito lo anterior, se procede a mostrar el consumo total de potencia del sistema eléctrico instalado en IMPLAGSA por día en el gráfico 1.7. En él, concluimos sin lugar a dudar que la carga trifásica es la que consume más energía en la empresa. Los porcentajes mostrados en el gráfico corresponden a los siguientes valores de potencia consumida:

⁵ Factor de Demanda: Es la suma entre las potencias nominales de los equipos de un conjunto (funcionando al mismo tiempo) entre la Potencia instalada del conjunto (Cotrim, 2009, p.105).

⁶ Factor de Coincidencia: no todos los consumidores de un sistema demandan energía al mismo tiempo, por lo tanto el factor de coincidencia para paneles con mas de 10 circuitos es de 0.6 (Cotrim, 2009, p.121-129).

Consumo de Energía Total	
Tipo	Consumo (kW/H)
Monofásica	153.7
Trifásica	909.8

Tabla 1.15.

El total de este consumo de energía estimado es de 1063.7 kW/H por día, teniendo en el mes un consumo aproximado de 21,270 kW/H considerando 20 días de trabajo.

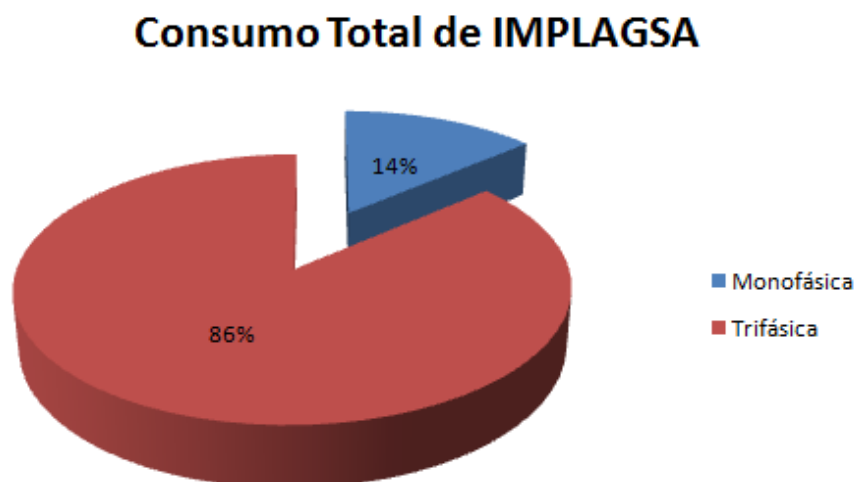


Gráfico 1.7.

Carga Monofásica Estimada

El Consumo de Energía según tipo de carga monofásica se observa en el gráfico 1.8. Podemos notar en este gráfico que el mayor porcentaje de consumo corresponde a la carga monofásica varia, seguida de la carga de iluminación, la cual esta más concentrada en las áreas de Talleres y se utiliza en su mayoría por las noches. Las Horas-uso utilizadas para el cálculo de consumo de energía correspondiente a este gráfico y los demás son un promedio de las horas de utilización de cada equipo en particular o de las horas de trabajo en cada área, como se muestra a continuación:

Consumo de Energía Estimado por Carga Monofásica					
Tipo de Carga	Volt (V)	I (Amps)	Pot (kW)	Horas-Uso (H)	Energía (kW/H)
Aire Acondicionado	240	45.0	10.8	8	43.2
Iluminación	120/240	71.6	9.1	11.5	52.4
Carga Monofásica Varia	120	121.5	14.6	8	58.3
Total			34.5		153.9

Tabla 1.16.

Consumo de Energía (kW/H) por tipo de Carga Monofásica

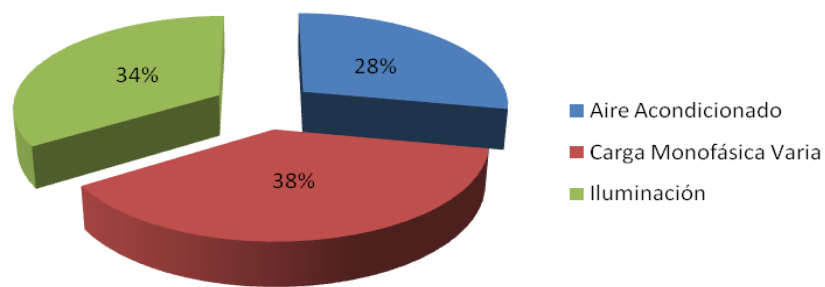


Gráfico 1.8.

Seguidamente, se muestra en el gráfico siguiente (gráfico 1.9) el consumo de iluminación por área donde se encuentra (taller u oficina). La tabla 1.17 muestra los valores de potencia correspondientes a cada porcentaje del gráfico

Consumo Energético de Iluminación por Zona

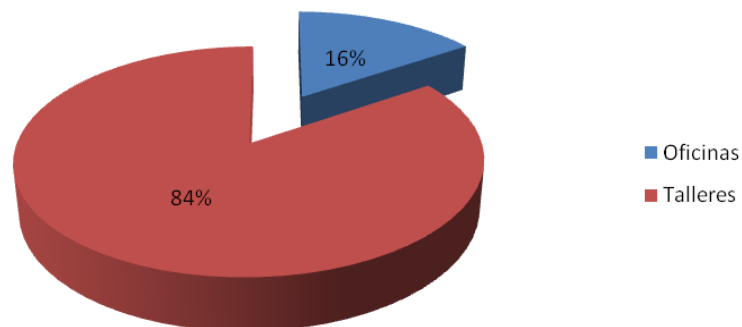


Gráfico 1.9.

Consumo de Energía Carga de Iluminación					
Zona de Iluminación	Volt (V)	I (Amps)	Pot (kW)	Horas-Uso (H)	Energía (kW/H)
Oficinas	120	19.3	2.3	7	8.1
Talleres	120/240	52.2	6.8	13	44.2
Total			9.1		52.3

Tabla 1.17.

Para concluir, se muestra en la tabla 1.18 y el gráfico 1.10 el consumo de energía monofásica por área. Hay que mencionar en esta parte que el consumo de energía monofásica en el área de Talleres se concentra meramente en iluminación, la cual es utilizada en su gran mayoría por las noches.

Consumo Estimado por Area					
Area	Volt (V)	I (Amps)	Pot (kW)	Horas-Uso (H)	Energía (kW/H)
Area de Ventas	120 / 240	48.4	8.1	8	32.4
Area de Admón y Contabilidad	120 / 240	89.0	13.8	8	55.2
Area de Talleres	120 / 240	100.6	12.6	10.5	66.2
Total			34.5		153.7

Tabla 1.18.

Consumo de Energía Monofásica según Area

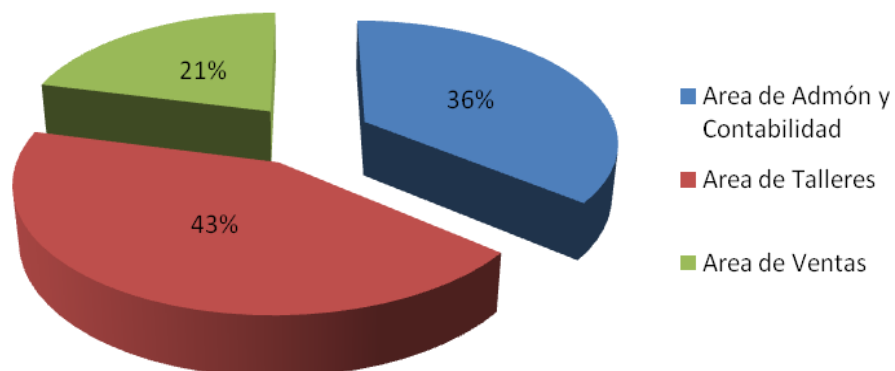


Gráfico 1.10.

Carga Trifásica Estimada

En cuanto al consumo trifásico estimado, la tabla 1.19 y el gráfico 1.11 muestran el consumo que se da en cada uno de los talleres de la empresa. Podemos observar que en esta parte existen dos áreas de gran consumo, el taller de producción y el taller de soldadura. Sin embargo, el consumo del taller de producción es bastante variable, pudiendo ser alto o bajo en dependencia del trabajo, mientras que el taller de soldadura mantiene su ritmo de consumo bastante estable. Las Horas-uso son un promedio de las horas de utilización de los equipos en cada taller, al igual que en la carga monofásica estimada:

Consumo Estimado en Talleres				
Taller	I (Amps)	Pot. (kW)	Horas Prom (H)	Energía (kW/H)
Taller de Producción	674.4	226.3	6.5	441.2
Taller de Reparaciones	377.1	107.0	6.0	96.3
Taller de Soldadura	369.0	143.2	6.5	372.2
Total		476.4		909.8

Tabla 1.19.

Consumo de Energía en cada Taller

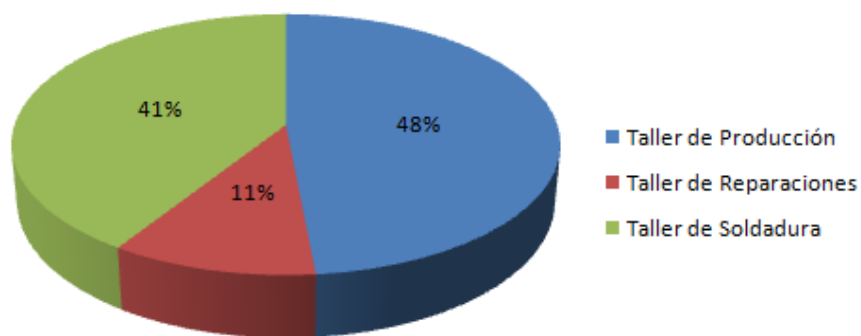


Gráfico 1.11.

Claramente, podemos observar que el Taller de Producción es el área de mayor consumo de energía eléctrica, seguido del Taller de Soldadura.

Consumo Histórico y Mediciones.

El consumo histórico de la empresa fue obtenido a partir de la recopilación de facturas por un periodo de 3 años, desde Enero 2009 hasta Marzo 2012. Con esto, tendremos una idea general del consumo medio de IMPLAGSA durante estos años y el costo que ha representado el mismo durante el mismo periodo de tiempo.

El tipo de tarifa contratada por IMPLAGSA, Según INE (Instituto Nicaragüense de Energía)⁷, es la Mediana Industrial T-4D o tarifa binómica sin medición horaria estacional. En esta, la carga contratada debe oscilar en el rango de los 25 kW hasta los 200 kW, habiendo contratado 125 kW IMPLAGSA para el desempeño de sus labores. Además, se establece en este tipo de tarifa que todos los kWh consumidos tendrán un costo de 3.9687 Córdobas y los kW de Demanda Máxima tendrán un costo de 451.8416 Córdobas. Sin embargo, estos costos varían a medida que varía el precio del petróleo, encontrándose los mismos en 4.6846 y 533.3491 para Diciembre del 2011.

Los siguientes gráficos muestran el comportamiento del consumo energía eléctrica y del costo de la misma por el periodo de 3 años. Los datos correspondientes a estos gráficos se encuentran en Anexos (**Anexo 12**) de este documento.

Primeramente, tenemos el gráfico 1.12 en el cual se muestra el consumo de energía de la empresa en el periodo mencionado arriba. El gráfico muestra el consumo total de la empresa, dado que posee una medición primaria que censa la energía de todo el sistema eléctrico; sin embargo, basados en nuestras estimaciones de consumo de la energía eléctrica realizadas anteriormente, podemos decir que del consumo total de cada mes de facturación mostrado el 14% representa carga Monofásica y el 86% la carga Trifásica.

⁷ Pliego Tarifario actualizado publicado por el INE a entrar en vigencia el 7 de Enero del 2012 autorizadas para las distribuidoras Disnorte y Dissur. www.ine.gob.ni

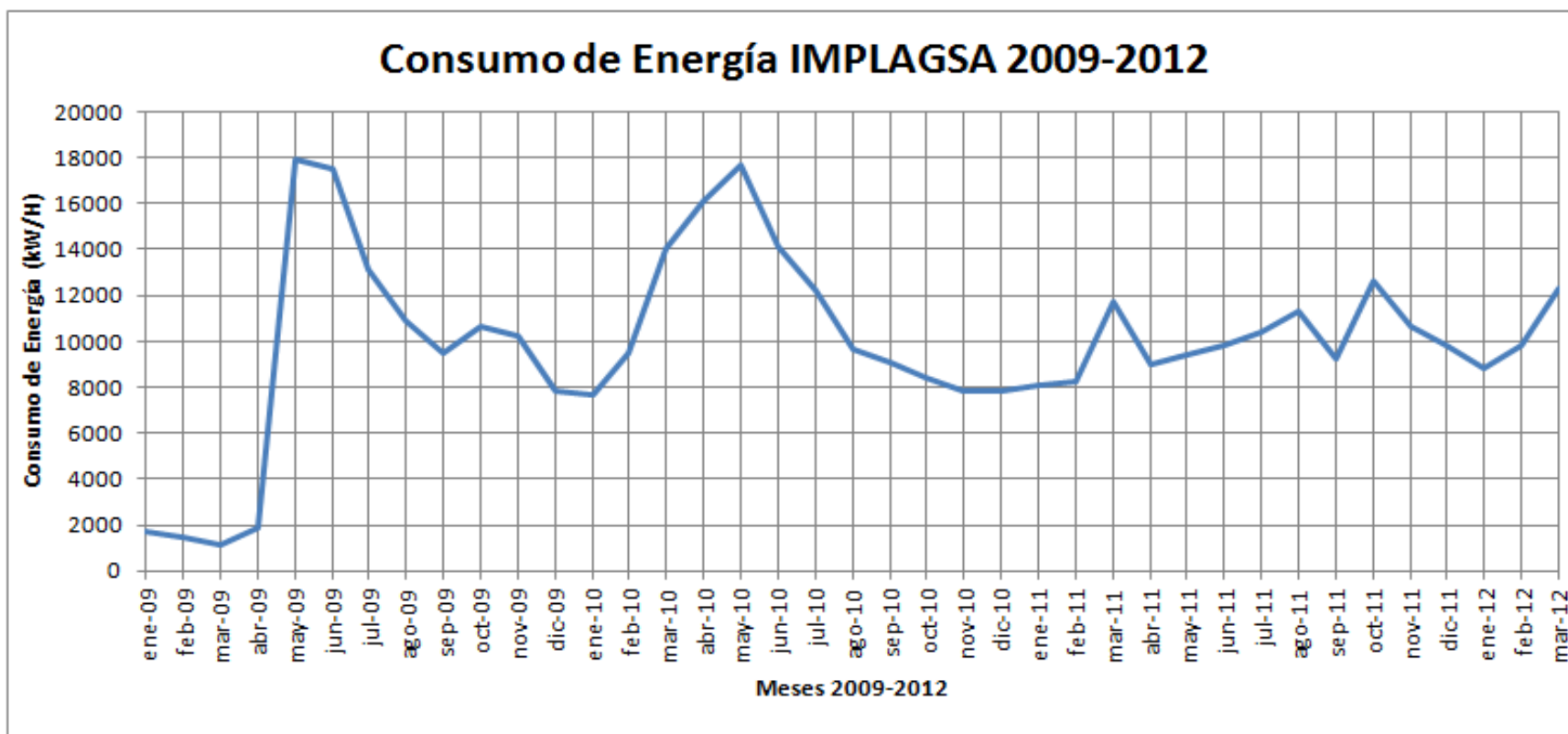


Gráfico 1.12.

En este gráfico podemos notar que efectivamente, como descrito en la tabla 1.4, los meses de mayor facturación de la empresa se dan entre Marzo y Octubre en los que se observan picos de consumo, mientras que durante Noviembre a Febrero se observan valles representando una disminución del consumo de alrededor de 8000 kW/H. También, podemos mencionar que durante este mismo lapso de tiempo, la empresa ha tenido un promedio en potencia consumida de 9,981.54 kW/H, correspondiendo su máximo y mínimo valor a 17,920 kW/H y 1,140 kW/H respectivamente.

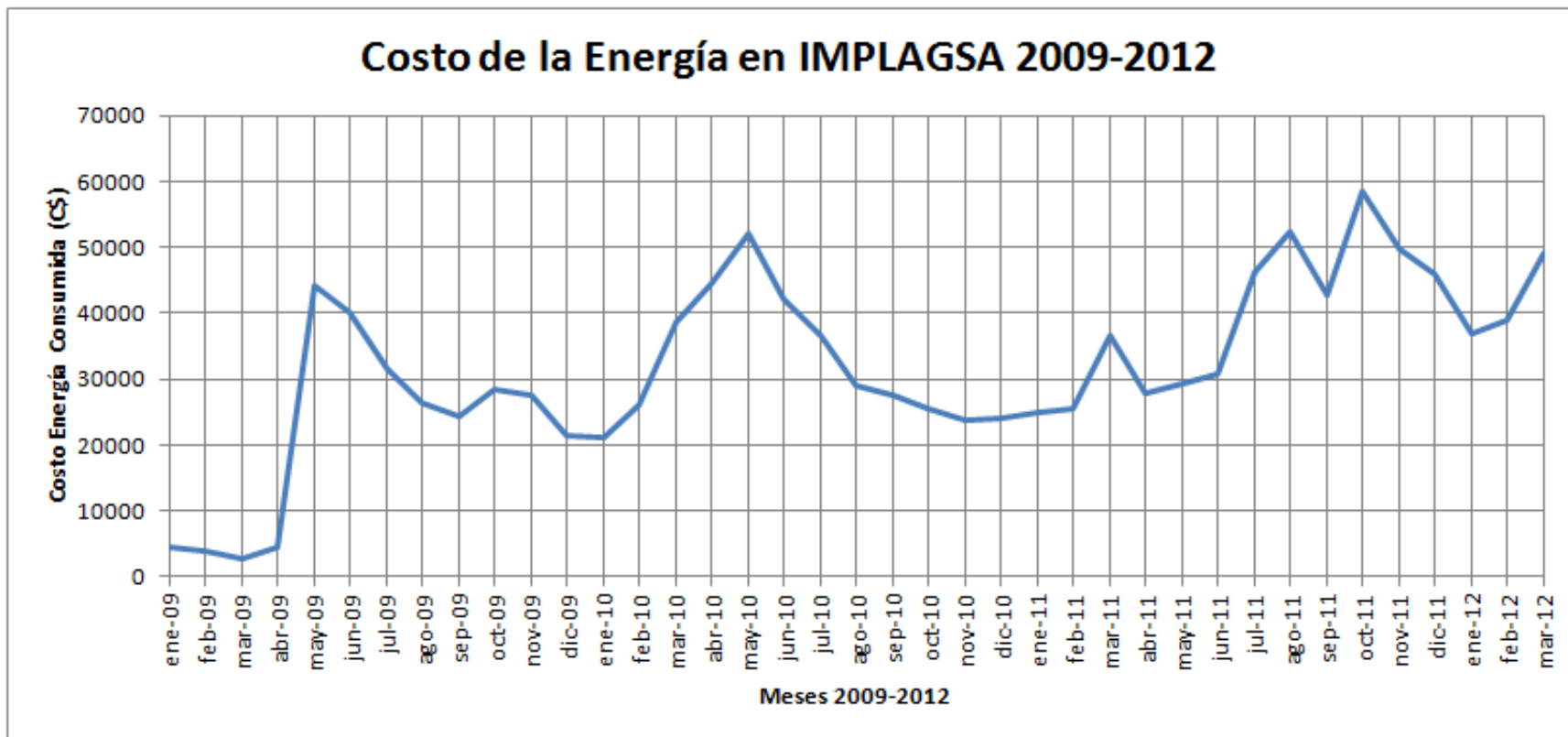


Gráfico 1.13.

El gráfico 1.13 muestra el costo del consumo energético durante los tres años previamente mencionados. Aunque los picos en los costos de la energía corresponden a los picos de potencia consumida del gráfico anterior, podemos notar una tendencia ascendente en el gráfico aquí mostrado, lo que puede corresponder a la incidencia de la constante variación de los precios del petróleo y sus derivados en el costo de la energía. El promedio del costo de consumo energético está en C\$ 31,959.12, siendo su máximo C\$ 58,524.12 y su mínimo C\$ 2,810.68.

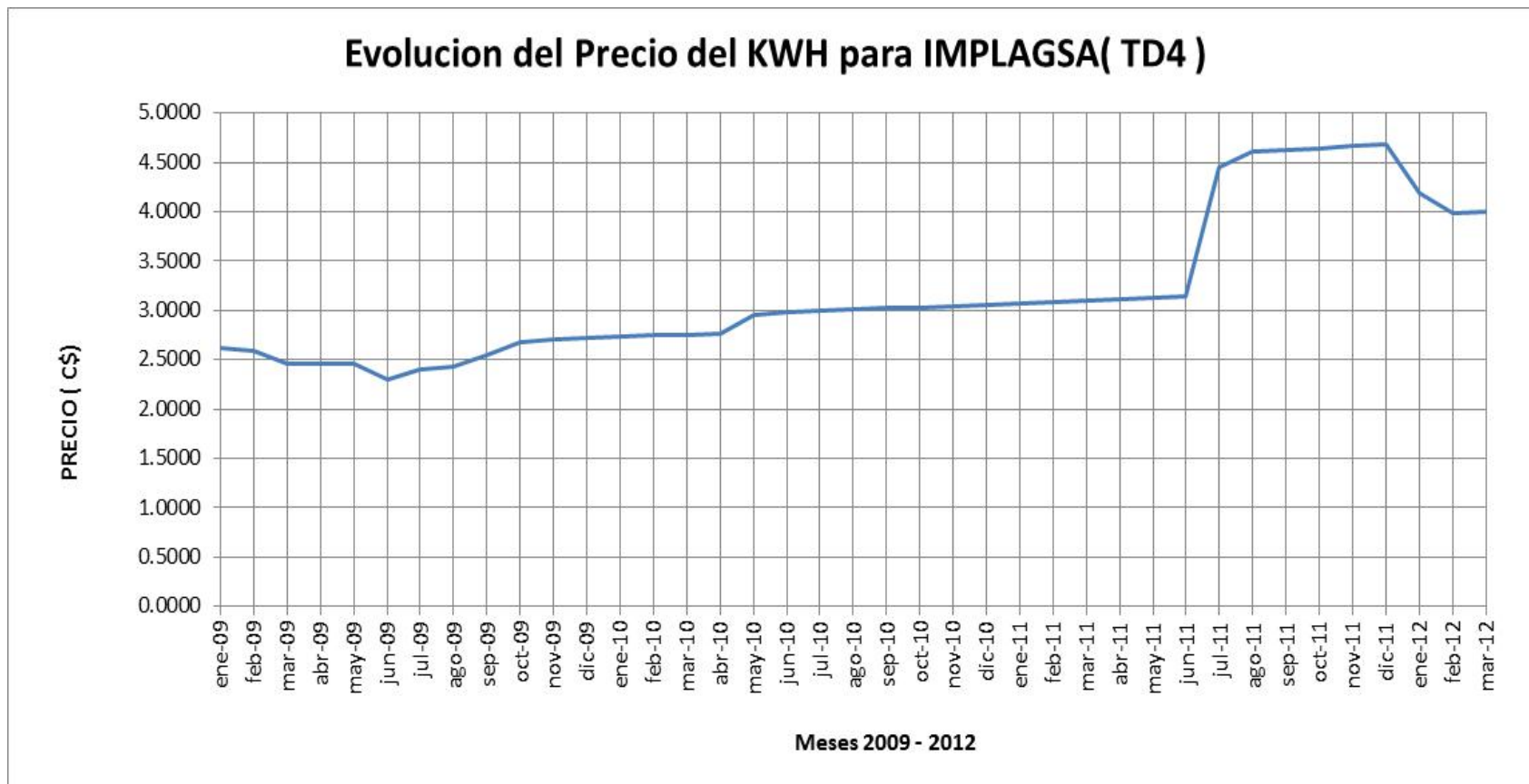


Grafico 1.14.

El gráfico 1.14 muestra el incremento gradual en el precio de la energía eléctrica que ha pagado IMPLAGSA en KWH, durante los últimos tres años.

Cabe aclarar que en el gráfico anterior no se muestra el total a pagar en la factura, cuyo costo incluye alumbrado público, comercialización, IVA, entre otros cobros. Solo se muestra el costo que representa la energía consumida durante el periodo medido, el cual es otro sumando del total a pagar en las facturas.

Otros datos encontrados en las facturas correspondientes a estos 3 años son la demanda de la empresa y su factor de potencia. A continuación se muestran sus valores máximos, promedios y mínimos para este periodo:

- Demanda:
 - Máximo Valor: 108 kW
 - Valor Promedio: 57.5 kW
 - Mínimo Valor: 17 kW
- Factor de Potencia:
 - Máximo Valor: 1
 - Valor Promedio: 0.88
 - Valor Mínimo: 0.57

Mediciones del Sistema Eléctrico de IMPLAGSA

Las mediciones de tanto la red trifásica como la red monofásica de IMPLAGSA se realizaron utilizando el Analizador de Redes CIRCUTOR AR5, el cual fue colocado en los gabinetes de distribución 240V, 480V Trifásica y la acometida 240V Monofásica que se dirige hacia las oficinas de Administración y Contabilidad. El equipo registró medidas cada 3 min por un periodo de 24 horas en cada uno de los gabinete mencionados, obteniendo así un consumo total de 1516 kW/H por día, cuyo valor representa una diferencia de 453 kW/H con respecto al dato estimado en los cálculos anteriores, el cual fue de 1063.7 kW/H por día, dándose esta diferencia (como dicho en otras ocasiones) debido a la naturaleza inestable del trabajo de la empresa. Además, se utilizó el Software Power Vision 1.8c para visualizar y tratar los información recopilada por el analizador de redes de los diferentes gabinetes, la cual se muestra y explica a continuación.

Sistema Monofásico

El consumo de energía de este sistema en el área de administración se muestra en el siguiente gráfico. Podemos observar en él que el consumo de energía medido corresponde a 89 kW/H. En esta cantidad de energía consumida se incluye el panel de iluminación ubicado en el Taller de Producción, razón por la cual el valor estimado y el valor medido de consumo no concuerdan.

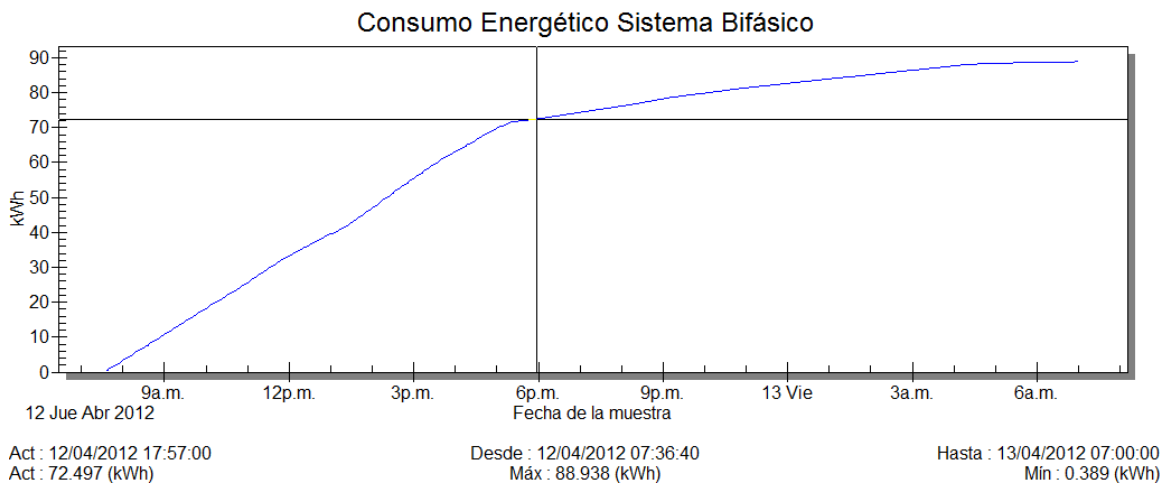


Gráfico 1.15.

En este gráfico, además, podemos observar que el consumo de energía durante el periodo de 6 pm a 6 am es de 16.98 kW/H, lo cual corresponde meramente a iluminación, lo que representa el 19.3% de la energía consumida. Por otro lado, las mediciones de potencia activa registradas tanto en este sistema tienen un valor pico de 9.41 kW, con un consumo promedio de 3.8 kW. Cabe mencionar que en este sistema el factor de potencia mantiene un valor de 0.96, el cual se pudo observar que es el más alto en todo el sistema eléctrico de la empresa.

En cuanto a los valores de tensión, estos se mantienen dentro del rango de variación del $\pm 10\%$ establecido por la Norma ANSI C.84.1⁸, teniendo valores

⁸ ANSI C.84.1 especifica las tolerancias en la tensión de estado estable en un sistema de potencia. Para un sistema 240V, el rango deseable es 252-228V y el rango aceptable es 254-220V. La Normativa de Servicio Eléctrico emitida por el INE establece un $\pm 8\%$ de variación en la tensión de los sistemas de potencia.

máximos de 244V y valores mínimos de 235V L-L, cuyos valores son aceptables también por las Normativas de Calidad del Servicio Eléctrico y Normativa de la Calidad de la Energía Eléctrica en nuestro país.

Sistemas Trifásicos

Sistema Trifásico 240V

El consumo de energía de este sistema trifásico se muestra en el siguiente gráfico. Las mediciones en este sistema se realizaron en un día en el que el taller trabajaba al 10% de su capacidad normal, la cual es de por lo menos un 50% en periodos de alta facturación según los trabajadores de la empresa. Por esta razón, el dato calculado para el consumo energético de este sistema utilizando factores de demanda (Ver gráfico 1.11) difiere en gran manera del dato obtenido en las mediciones, ya que el factor de demanda fue establecido en base a ese 50% de trabajo en el taller. Sin embargo, la información obtenida es de importancia ya que nos indica que la este sistema consume por las noches 13 kW/H (11.7 % de la energía consumida), correspondientes al consumo de la etapa fija del banco de compensación del mismo. El consumo máximo registrado durante el día de medición fue de 111 kW/H, muy diferente a los 441.2 kW/H estimados mediante cálculos debido al porcentaje de trabajo que hubo.

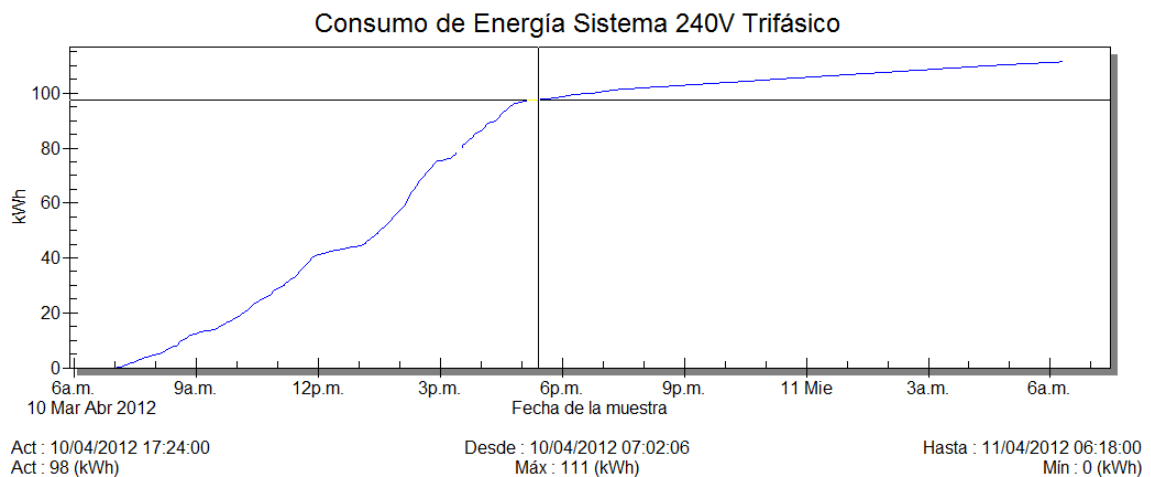


Gráfico 1.16.

En cuanto a valores de tensión, estos se encuentran en valores máximos de 146V y valores mínimos de 141V entre L-N, teniendo un voltaje trifásico L-L de 252.9V como valor máximo y 244.2V como valor mínimo. Con esto, podemos decir que el voltaje en este sistema se encuentra un poco elevado, pero aún dentro del rango de variación del $\pm 10\%$ establecido por la Norma ANSI C.84.1.

Podemos observar en el siguiente gráfico la potencia activa del sistema, en el que vemos repetidos picos de arranque de las máquinas, generados por la irregularidad con que operan estas. Esto sucede porque los trabajadores las encienden según avanza el trabajo en la empresa o según se necesite, o sea que cada quien hace su trabajo de manera individual.

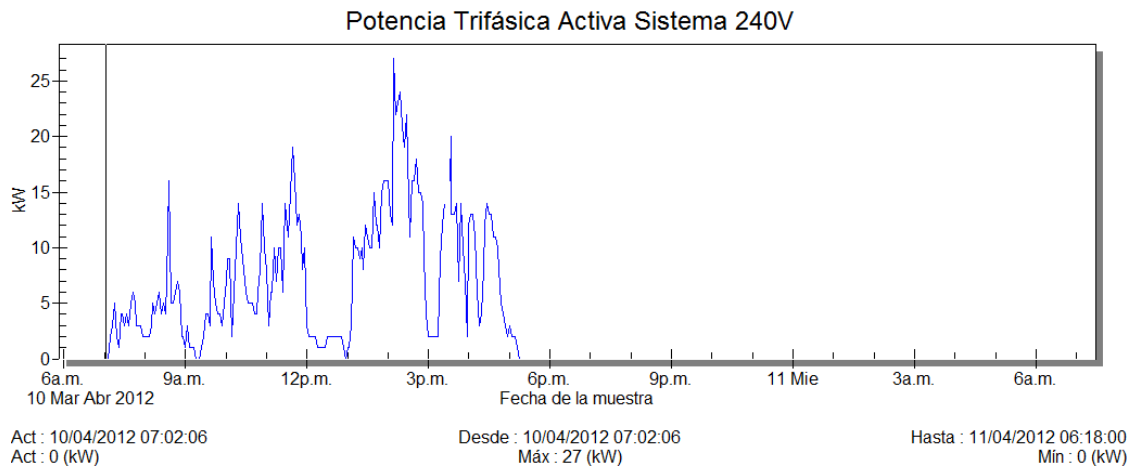


Gráfico 1.17.

Sistema Trifásico 480V

El consumo de energía en este sistema se observa en el siguiente gráfico, en el cual vemos un consumo de 1326 kW/H, cuyo valor es muy superior al obtenido en los cálculos de consumo energético con factores de demanda y coincidencia, el cual fue de 372.2 kW/H (ver gráfico 1.11). Sin embargo, aún más notables es el consumo de 482 kW/H que se da por las noches en este sistema, representando el 36.3 % de la energía consumida en ese día. El único elemento conectado al sistema es el banco de compensación de 4 etapas (Una etapa fija de 20 kVAR), el cual se piensa posee problemas debido a este comportamiento de consumo.

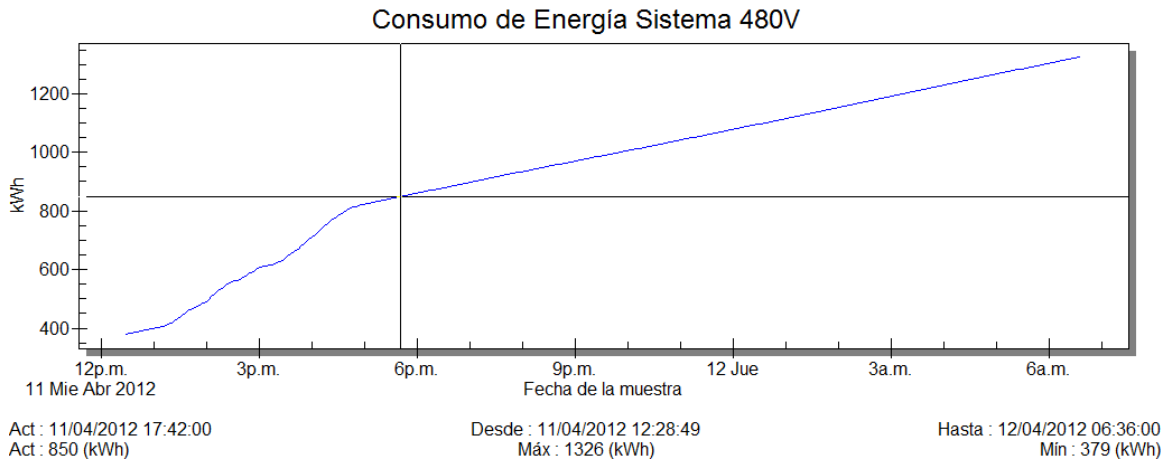


Gráfico 1.18.

La potencia activa trifásica de este sistema alcanzó valores máximos de 198 kW por cortos periodos, ya que al igual que en el sistema 240V trifásicos, las máquinas (como la Cizalla, una de las más grandes conectadas a este sistema) se encienden por cortos periodos, ocasionando picos en la demanda de la empresa.

Los valores de tensión L-N corresponden a valores máximos de 229V en L1, 398V en L2 y 228 V en L3, y valores mínimos de 221V, 379V y 221V respectivamente. Por lo tanto, tenemos valores L-L de tensión máximos de 453V L1-L3, 455V L2-L3 y 453V L1-L2, los cuales se encuentran muy lejos de estar dentro de los rangos permisibles tanto por las normativas nacionales como por las normativas internacionales. Por otro lado, los valores de corriente encontrados son de 350 Amps en L1, 436 Amps en L2 y 359 Amps en L3, lo que deja ver un evidente desbalance en este sistema, el cual afecta también la calidad de la energía en el sistema eléctrico total de la empresa.

A continuación se muestra una tabla comparativa en la que se puede observar como estos voltajes medidos difieren de los voltajes normados para un Sistema de Distribución trifásico 480V según la Norma ANSI C.84.1, la cual posee un margen de tolerancia de $\pm 10\%$ para este tipo de Sistemas de Distribución.

Tabla Comparativa de Voltajes en Sistema 3Φ480 V			
	Valores Medidos	Valores Normados	
		Min.	Max.
L1-N	229 V	263 V	291 V
L2-N	398 V	263 V	291 V
L3-N	228 V	263 V	291 V
L1-L2	453 V	456 V	504 V
L2-L3	455 V	456 V	504 V
L3-L1	453 v	456 V	504 V

Tabla 1.20. Comparación de Voltajes Medidos y Normados

Diagnóstico

Las áreas de mayor consumo, determinadas por este estudio en base a su consumo estimado con factores de demanda y coincidencia, en IMPLAGSA se enumeran a continuación:

- Area de Administración en sistema monofásico
- Taller de Soldadura en sistema trifásico 480V
- Taller de Producción en sistema trifásico 240V

Sin embargo, auxiliándonos de las mediciones realizadas con el analizador de redes y el análisis de las mismas en las secciones anteriores, observamos que cada una de estas áreas presenta problemáticas particulares. Así mismo, nos sirven de apoyo las observaciones realizadas de las visitas que se efectuaron a la empresa ya que por medio de estas pudimos verificar visualmente aspectos físicos de las instalaciones y forma de trabajar de los operarios. Estos problemas son los siguientes:

- Area de Administración:
 - Mal diseño de la iluminación del lugar
 - Utiliza aires acondicionados de poca eficiencia debido a que son de unidades antiguas de ventana.
 - Las puertas y ventanas no están debidamente selladas, lo que fuerza a trabajar más a los aires acondicionados.

- Tramos de conductores largos y calibres inadecuados en sus instalaciones eléctricas.
- Instalación antigua y obsoleta
- Falta sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema
- Taller de Soldadura:
 - Instalaciones antiguas y obsoletas.
 - Calibre de conductores inadecuados combinado con tramos largos lo que ocasionan caídas de tensión mayores al 3% permitido según
 - Demasiados espacios abiertos que permiten la entrada al polvo y la suciedad, lo que estropea el movimiento de las máquinas y motores.
 - Mal diseño de iluminación.
 - Falta sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema
 - Conexión del banco de transformadores inadecuado, debido a que el tipo de conexión del banco es Delta Abierta, la cual se recomienda para emergencia (falla de un transformador) o durante mantenimientos. Por otro lado de estos transformadores solo se puede aprovechar un 87% de la capacidad nominal del banco aproximadamente.
- Taller de Producción:
 - Tramos largos de conductores con calibres inadecuados que ocasionan caídas de tensión por encima de lo normado
 - Obsolescencia de instalaciones
 - Inseguridad en las instalaciones eléctricas ya que existen alimentadores expuestos de equipos que ya no existen o fueron cambiados de posición. Así mismo, existen gabinetes

para interruptores termomagnéticos que se encuentran sin sus respectivas cubiertas, quedando sus conexiones expuestas.

- Espacios abiertos que dejan entrar el polvo y la suciedad, lo que influye en el funcionamiento forzado de las máquinas y su pronto desgaste.
- Falta de organización de las cargas en el panel principal (ver unifilar)
- Falta de un modelo de trabajo que evita los constantes picos de arranque de las máquinas los cuales contribuyen al aumento de la demanda registrada por la medición primaria mensualmente, la cual tiene un precio en ascendencia de C\$ 533.3491 por kW.
- Falta sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema

Conclusión

Con esto, podemos concluir que las áreas de mayor consumo son: Oficinas de Administración, Taller de Producción (Sistema 240V) y Taller de Soldadura (Sistema de distribución en 480V), siendo este último el que consume más energía y por lo tanto es el que requiere de mayor atención en cuanto a la reducción del consumo de energía eléctrica de la empresa. Además, es importante señalar que en este mismo sistema de distribución el tipo de conexión (Delta-Abierta) de sus transformares presenta problemas en la estabilidad de los voltaje y mayores pérdidas por el sobrecalentamiento que los transformadores en su banco pueden estar experimentando ya que estos no se pueden utilizar al 100% de su capacidad.

ANALISIS Y DESARROLLO



CAPITULO II: PROPUESTA Y EVALUACION DE TECNOLOGÍAS DE ALTA EFICIENCIA

Objetivo

Valorar técnicamente la aplicación de tecnología de alta eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de la empresa.

Introducción

Definimos el término tecnología, de la manera más sencilla, como la convergencia existente entre la técnica y la ciencia. La técnica, en su caso particular, comprende todos los procedimientos (o conjunto de ellos) necesarios para materializar un objetivo determinado; cabe mencionar que al hablar de procedimientos nos referimos a actividades físicas meramente. Por otro lado, la ciencia se enfoca a desarrollar actividades de conocimiento o de estudio en base a sus principios, causas o efectos. Juntas, la técnica y la ciencia, conforman lo que hoy en día conocemos como tecnología, que no es más que la aplicación de conocimientos (previos o adquiridos) a una actividad determinada con el

propósito de hacer de la misma una más sistematizada, compleja y adecuada que ayude a su desarrollo más efectivo (Gay, n.d., p.1-3).

Hoy en día, la tecnología avanza a pasos agigantados, proveyendo a las personas de mayor comodidad, seguridad y confort. Además, la tecnología de nuestros días viene acompañada de una mayor eficiencia para desempeñar el trabajo para el que fue diseñada o construida aun cuando se trata de equipos estándares (ya que estos son mucho más eficientes que aquellos concebidos hace 15 o 20 años atrás). Sin embargo, las tecnologías de alta eficiencia son todos aquellos equipos, dispositivos o maquinarias concebidos con materiales de alta calidad y procesos especiales para poder obtener de ellos un desempeño más allá del promedio o estándar aceptado para los mismos. Esto quiere decir que su proceso de diseño y manufactura fue realizado con las más recientes técnicas de fabricación y eliminando las consideraciones más mínimas para aumentar su desempeño y funcionalidad (Gay, n.d., p.5-8).

Además de esto, la alta eficiencia también se ha empezado medir (en los últimos años) no solo en base a su alto desempeño, sino también en base a su capacidad de no contaminar y no dañar el medio ambiente. Por lo tanto, el aprovechamiento de recursos naturales como fuente de generación de energía eléctrica y la utilización de materiales no-contaminantes, o poco contaminantes, es también parte de una tendencia eficiente y verde.

Identificación de Tecnología y Métodos Alternativos de Generación de Energía Eléctrica

Se presentan a continuación diagramas que reflejan las problemáticas, identificadas en el diagnóstico realizado en el primer capítulo de este documento, para cada una de las áreas de mayor consumo en IMPLAGSA (Oficinas de Administración, Taller de Producción y Taller de Soldadura). Seguidamente, se enumeran una serie de soluciones propuestas para solventar estas mismas problemáticas, las cuales le permitirán obtener un ahorro (tanto energético como monetario) significativo en la empresa, al igual que mejoras en el desempeño del

Sistema Eléctrico de la mismas. Así mismo, se abordarán las soluciones a cada problema de la empresa agrupándolas en las siguientes categorías:

- Tecnologías de Alta Eficiencia
- Energía Renovable y Arquitectura Bioclimática
- Acomodo de Carga o Modelo de Trabajo para la Utilización de las máquinas de mayor consumo en IMPLAGSA (Plegadora y Cizalla)

A continuación, se presenta el diagrama correspondiente a las problemáticas existentes en las Oficinas de Administración:

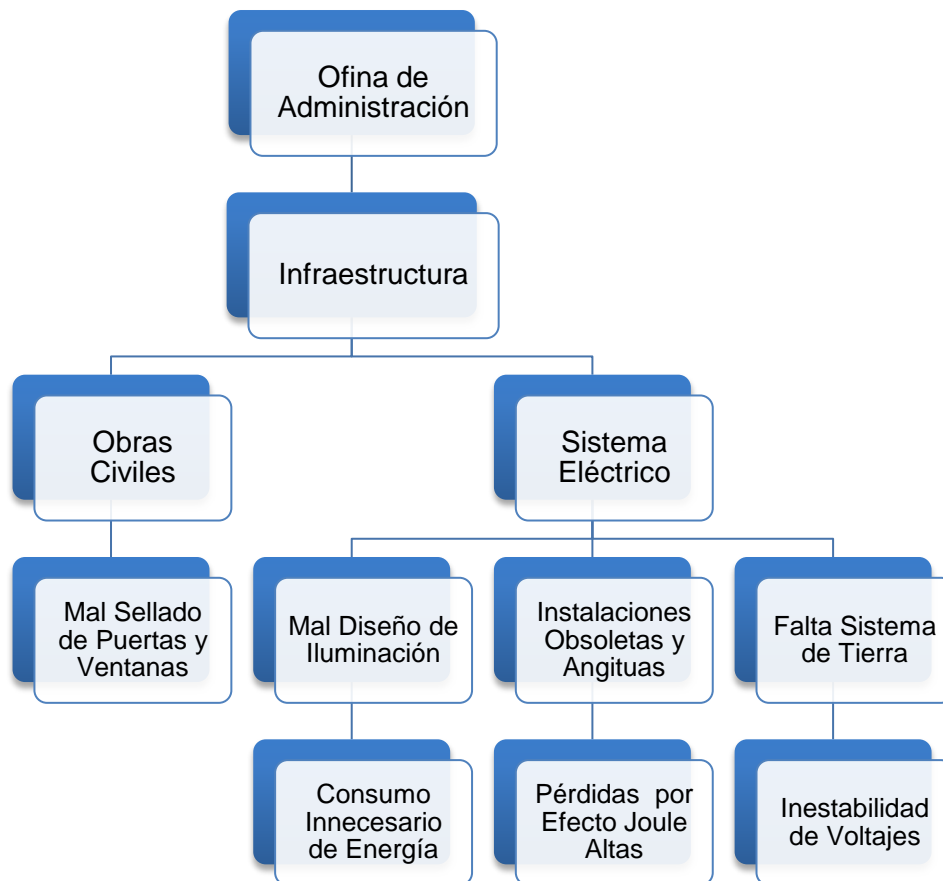


Diagrama 2.1

De la misma manera, se presenta el diagrama de las problemáticas presentes en los Talleres de Producción (diagrama 2.2) y Soldadura (diagrama 2.3) a continuación:

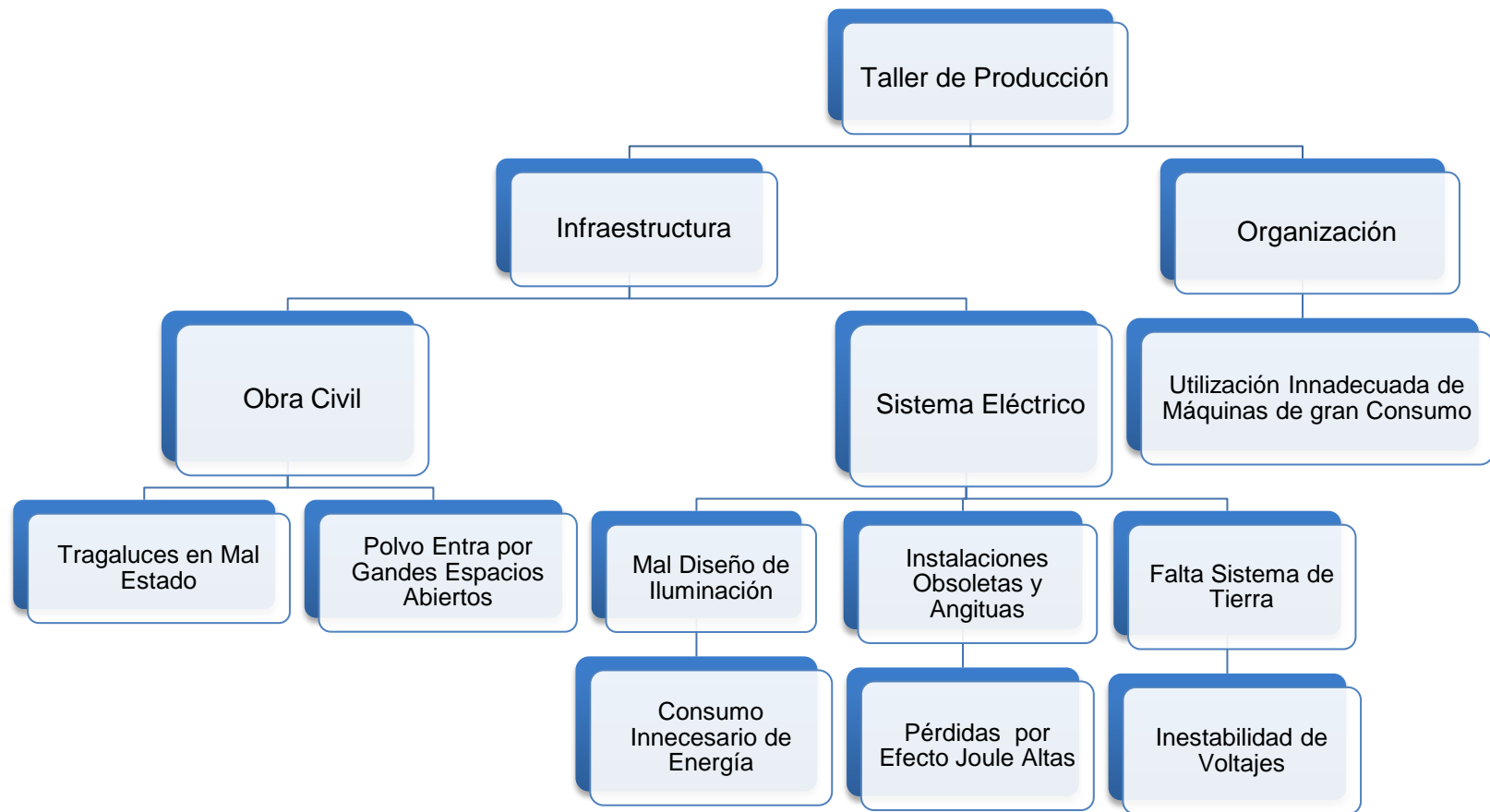


Diagrama 2.2. Problemáticas Taller de Producción

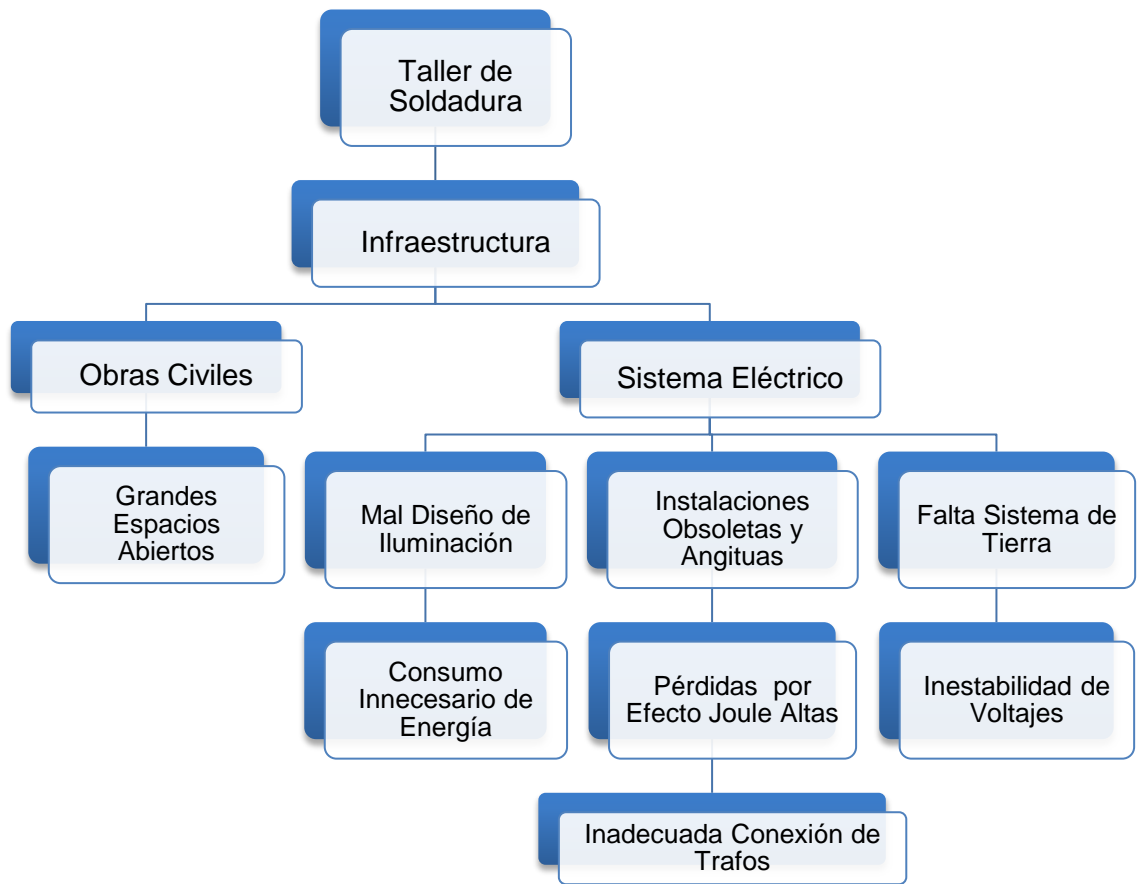


Diagrama 2.3. Problemáticas Taller de Soldadura

Mostrados los diagramas que reflejan los problemas, de manera sintetizada, existentes en cada área de mayor consumo de IMPLAGSA, es necesario enlistar las soluciones encontradas para los mismos de forma específica, y de esa manera dar a conocer las tecnologías a emplear para cada caso particular a describir a continuación:

Area de Administración:

- Rediseñar iluminación del lugar utilizando luminarias y lámparas de alta eficiencia. Para esto, se sustituirán lámparas de tubo T12 por lámparas tubo T8, con las cuales se puede obtener un ahorro en energía eléctrica consumida del 25% al 42% por lámpara sustituido (Energy Star, 2008, cap.6, p.8). Dentro del rediseño es importante considerar la distribución de los circuitos de iluminación. Para el área de tornos el taller

de producción se observó que toda la iluminación del área de tornos es controlado por un solo apagador, por lo que si solo esta trabajando un operario las restantes luminarias no están siendo aprovechadas. Es necesario que la iluminación para cada torno sea controlada de manera independiente por un apagador, para que cada operario dependiendo de sus necesidades encienda o apague la luminaria.

- Instalación de Aires Acondicionados de alta eficiencia, con los cuales se puede reducir en un 18% el consumo individual de los aires acondicionados de ventana y un 35% en los sistemas Split aproximadamente (Tiernan, 2003, p.2).
- Sellado de puertas y ventanas apropiadamente de forma que no se den fugas de aire acondicionado. De esta manera, se evita el excesivo trabajo que tienen que llevar a cabo las unidades de climatización para mantener la temperatura establecida para el ambiente donde están, provocando un consumo mayor de energía, un mal manejo del equipo y un desgaste mayor del mismo.
- Rediseño y Reconstrucción del Sistema Eléctrico del lugar con materiales y equipos que cumplan los requerimientos de seguridad, técnicos y normados. La instalación de materiales adecuados aumenta la confiabilidad del sistema y la seguridad tanto de los equipos, como de los operadores. Una instalación eléctrica segura y confiable es aquella en la que sus componentes garantizan que se reduzca al mínimo la probabilidad de ocurrencia de accidentes que pongan en riesgo la vida y la salud de los usuarios, así como la posibilidad de fallas en los equipos eléctricos. Por ello, en las instalaciones donde los componentes usados son de mala calidad (producto no certificado de acuerdo a normas) o donde los usuarios no han tomado con seriedad el rol

preventivo que les compete, están expuestas a accidentes de origen eléctrico en forma permanente y esto afecta productividad de la empresa.

- Diseño de un sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema, ya que se ha encontrado que el 40% de las fallas en sistemas eléctricos de industrias o empresas se concentra en este sistema (IDERSA, 2004, p.10). De esta manera, se pueden regular corrientes excesivas circulando a través de la instalación eléctrica, disminuyendo las pérdidas por efecto Joule y logrando establecer niveles de tensión en la misma que se encuentren dentro de los rangos permisibles por las normativas nacionales de $\pm 8\%$

Taller de Soldadura:

- Rediseño y Reconstrucción del Sistema Eléctrico del lugar con materiales y equipos que cumplan los requerimientos de seguridad, técnicos y normativos, ya que la vida útil de los conductores y la mayoría de los equipos eléctricos que componen este sistema ha caducado debido a la antigüedad del mismo (30 años), lo que provoca pérdidas por efecto Joule ocasionando la disminución de la efectividad de los conductores para transportar la corriente donde se requiere, crea consumo de potencia que no realiza trabajo útil y calor que daña los aislamientos de los conductores. La vida útil de los conductores eléctricos es de alrededor de 20 Años, aunque pueden seguirse utilizando por encima de ese límite siempre y cuando cumplan con las pruebas en el aislamiento (APSE, n.d., p.1-3). El aislamiento presenta problemas debido a la antigüedad del conductor o por daños mecánicos producidos al momento de la instalación o por una canalización inadecuada. Por lo cual después de unos 20 años

de vida de la instalación es importante plantearse la necesidad del remplazo de los conductores y sus respectivas protecciones (breakers), conjuntamente con un redimensionamiento de la instalación. Además, hay que tener en cuenta también que la seguridad que estos elementos presentan tanto a los trabajadores como a la misma empresa no es la mejor debido a su misma antigüedad.

- Rediseño del taller empleando la arquitectura bioclimática, la cual permite el aprovechamiento pasivo (sin utilizar ningún medio de conversión) tanto del recurso solar como del eólico para tareas como iluminación y ventilación (ambas naturales), lo que puede reducir la necesidad de consumir energía eléctrica durante el día en este taller y la necesidad de utilización de ventiladores durante las operaciones en mismo.
- Rediseñar iluminación del lugar y Utilizar lámparas y luminarias de alta eficiencia (sustituyendo lámparas T12 por lámparas T8), al igual que aprovechar el recurso solar por medio de focos solares o tubos de luz solar, los cuales tienen una equivalencia en potencia de iluminación de 1450 W, lo suficiente para sustituir 9 lámparas dobles de 80 W (ver pág. 78).
- Diseño de sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema (Obteniendo los mismos beneficios que en el Area de Administración, pero con un sistema acorde a media tensión)
- Reconexión del banco de transformadores que alimenta este sistema introduciendo un tercer transformador, con lo que se podrá obtener un banco de transformadores con voltajes más estables y del cual se pueda aprovechar el 100% de su potencia nominal. Actualmente, este banco se encuentra

conectado en Delta-abierta, lo que ocasiona inestabilidad de los voltajes del sistema y restricción en la obtención de potencia eléctrica para el mismo. Esto se desarrolla más en la propuesta de transformadores de la parte de tecnologías de alta eficiencia.

Taller de Producción:

- Rediseño y Reconstrucción del Sistema Eléctrico del lugar con materiales y equipos que cumplan los requerimientos de seguridad, técnicos y normativos
- Rediseño del taller empleando la arquitectura bioclimática, la cual permite el aprovechamiento pasivo (sin utilizar ningún medio de conversión) tanto del recurso solar como del eólico para tareas como iluminación y ventilación (ambas naturales), lo que puede reducir la necesidad de consumir energía eléctrica durante el día en este taller y la necesidad de utilización de ventiladores durante las operaciones en mismo
- Reordenamiento de las cargas en nuevos paneles que presten la seguridad y protección adecuada, al igual que la construcción de un cuarto de carga que aisle esta zona de personal no calificado o cualquier otro inconveniente. Los balances de carga contribuyen tanto a la eficiencia como a la distribución adecuada de las cargas en los paneles principales, lo que evita que una fase este más sobrecargada que otra ocasionando desperfectos o mal funcionamiento del mismo además del recalentamiento de los conductores, provocando reducción en la eficiencia de los motores de inducción trifásico, desbalances tanto en tensión y corriente por encima del 3.5% pueden incrementar en un 25% el recalentamiento de los motores eléctricos (IEEE Standard 1159, 1995, p.28). Más sobre esto se aborda en la propuesta

del Sistema de Gestión Integral de la Energía en el siguiente capítulo.

- Creación de un modelo de trabajo (o acomodo de carga) que evite los constantes picos de arranque de las máquinas de mayor consumo (Plegadora y Cizalla), los cuales contribuyen al aumento de la demanda registrada por la medición primaria mensualmente. Esta demanda es reflejada como el mayor pico registrado durante la medición mensual por el medidor instalado, el cual es plasmado en la factura de energía de la empresa y tiene un costo de 533.34 C\$ por kW registrado. los kW/H ahorrados solo podrán determinarse cuando este modelo de trabajo (que se presentará como guía de un modelo de gestión integral de la energía eléctrica) se ponga en marcha, ya que debido a la producción fluctuante de la empresa cualquier predicción podría ser exagerada o muy por debajo del nivel de ahorro real.
- Diseño de sistema de tierra que proporcione seguridad y protección a la instalación al igual que estabilidad de los voltajes del sistema (sistema de tierra en media tensión al igual que en el taller de soldadura)

Plasmadas las soluciones, se procede a clasificar y agrupar a las mismas dentro de tres grupos: Tecnología de alta eficiencia, Energía Renovable y Arquitectura Bioclimática y Modelo de Trabajo para la Utilización de las máquinas de mayor consumo en la empresa, dentro de los cuales se presentan las propuestas a utilizar en las mismas de manera más detallada. **Hay que mencionar aquí que las soluciones enlistadas anteriormente son tratadas de manera general, pero en esta parte de propuestas se desarrollan las mismas con más detalle.** Además, cabe mencionar también que tanto el rediseño de los sistemas eléctricos de las tres áreas como el reordenamiento de las cargas en el taller de producción no son abordados en las siguientes

propuestas debido a que son problemáticas a ser resueltas a futuro, por lo que se estarán ampliando con más detalle en el Sistema de Gestión Integral de la Energía, el cual contempla este tipo de mejoras dentro de su ejecución.

Tecnologías de Alta Eficiencia

Transformadores de Alta Eficiencia

Los transformadores de distribución en Media Tensión, tanto para la redes como para las industrias (convencionales tipo poste y pedestal), se han fabricado tradicionalmente con devanados de aluminio. En la actualidad, los transformadores con devanados de cobre están de cierto modo remplazando a los de aluminio debido a su menor resistencia y sus mayores cualidades elásticas.

Para lograr una mayor eficiencia en los transformadores se necesita, sin lugar a dudas, reducir sus pérdidas con carga (las que ocurren en los devanados) y las pérdidas en los núcleos de sus bobinas. Ambos tipos de pérdidas están influenciadas por los materiales usados tanto en los devanados como en las laminaciones que forman el núcleo, al igual que la sección transversal de las láminas tanto del conductor y como las del hierro que forma los núcleos.

Una de las formas de obtener transformadores más eficientes es mejorando el diseño de las laminaciones de sus núcleos, lo que conlleva a elevar la continuidad del campo magnético. Además, reduciendo el espesor de estas laminaciones se reducen las pérdidas mediante la reducción de las Corrientes Eddy. Por lo tanto, los núcleos con metales amorfos dan la posibilidad de reducir las pérdidas mencionadas en comparación con las materiales tradicionales de acero ya que tienen mayor resistencia eléctrica, por lo que limitan las corrientes Eddy. Dicho efecto es considerable, ya que se logra una reducción de 40% de las corrientes en el núcleo (Blackburn, 2007, p.53-71). Este

material esta siendo considerado muy seriamente para la construcción de transformadores en países como Japón e India.

Por otro lado, para la reducción de las pérdidas en los devanados se necesita que estos sean de laminaciones de cobre, las cuales presentan menor resistencia eléctrica que el aluminio, el cual es el material estándar utilizado usualmente. De esta forma, los transformadores se vuelven más pequeños y se necesita menos longitud en sus devanados, lo que en combinación con las nuevas formas de construcción de núcleos para transformadores en forma hexagonal permite una distribución más uniforme del campo magnético.

Sin embargo, los devanados de cobre se vuelven factibles en transformadores por encima de los 167 KVA, tomando en consideración el precio del aluminio respecto al cobre, según lo muestra el grafico siguiente:

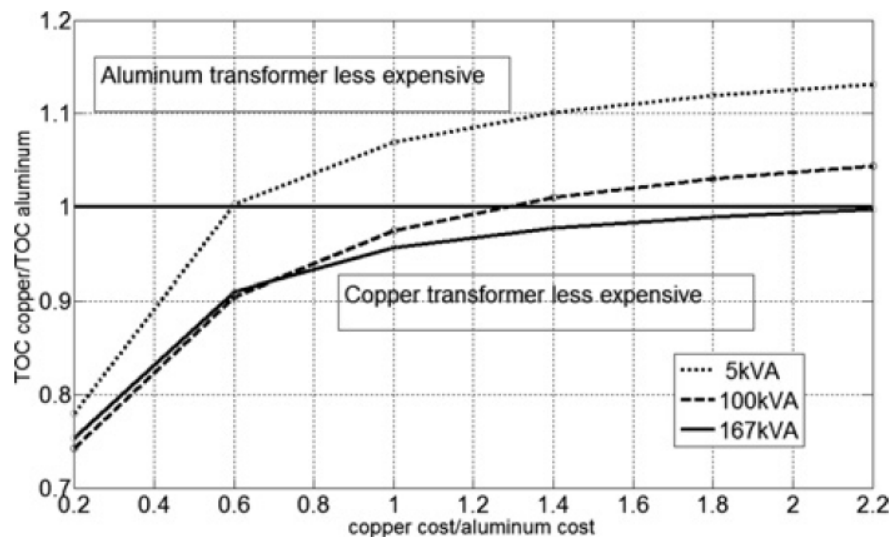
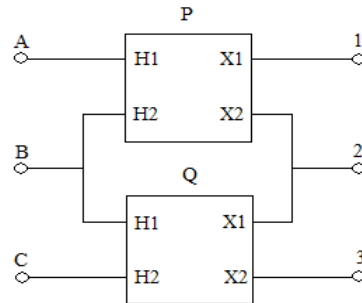


Gráfico 2.1

Sin embargo, además de mejorar la eficiencia de los transformadores utilizando devanados de cobre y mejores materiales en el núcleo de los mismos, es necesario para nuestro caso hacer una reconexión del banco de transformadores que alimenta el sistema de distribución 480V de la empresa. Actualmente, el tipo de conexión que posee este sistema de distribución es Δ -

Abierta, la cual es idéntica a la conexión Δ - Δ excepto porque hace falta un transformador, y su utilización se reduce meramente a situaciones de emergencia o de mantenimiento por un lapso de tiempo corto (lo necesario para realizar el mantenimiento o reparar la falla). La forma de conexión se presenta a continuación (Wildi, 2006, p.248):



Esquema 2.1. Conexión Δ -Abierta

De esta manera, podemos observar que en la salida 2 del esquema anterior tendremos un voltaje mayor que en las demás salidas debido a que esta es compartida por los dos transformadores, teniendo así un nivel de tensión línea a tierra casi dos veces el de las otras salidas (similar a la línea griega en banco de transformadores conectados en Δ - Δ aterrizado) y por lo tanto una inestabilidad en los voltajes del sistema. Además, con este tipo de conexión no es posible explotar el 100% de la capacidad del banco ya que esta queda limitada a un 86% de la capacidad total del mismo. Tratar de llevarlo a la capacidad total ocasionaría sobrecalentamiento y por ende daños a los transformadores (Wildi, 2006, p.249). Por tal razón, para dos transformadores de 100 kVA conectados en Δ -Abierta, tenemos la siguiente capacidad de corriente:

$$I_s = S \div V = 100kVA \div 480V = 208 A$$

Este valor de corriente de 208 A no puede ser excedido por la carga en las líneas 1, 2 y 3 ya que es el mayor valor de corriente que pueden proporcionar cada transformador (Ver esquema 2.1). Consecuentemente, la carga máxima que los transformadores puede manejar:

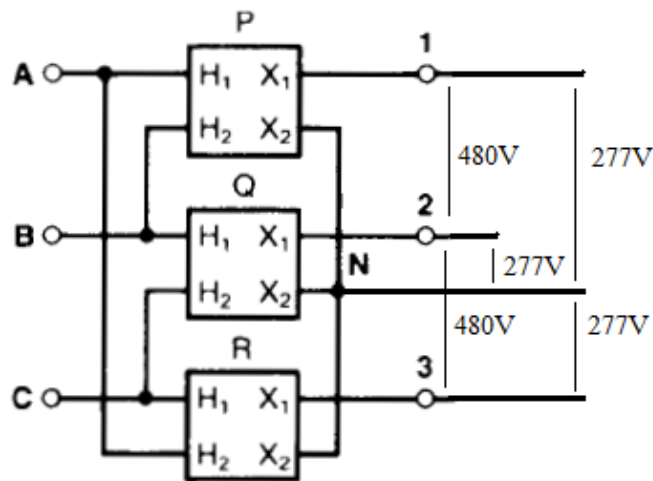
$$S = \sqrt{3} \times E \times I_s = \sqrt{3} \times 480V \times 208 A = 173kVA$$

Por lo tanto:

$$\% \text{ de Explotacion Max} = \frac{\text{Carga Max.}}{\text{Capacidad instalada en los Trafos}}$$

$$\% \text{ de Explotacion Max} = \frac{173kVA}{200kVA} = 86.5\%$$

De esa manera, podemos comprobar que el banco de transformadores no puede exceder los 176 kVA calculados. Si esto ocurre, ocasionaría los problemas de sobrecalentamiento y pérdidas altas en sus devanados mencionados anteriormente. Por lo tanto, se puede ver la necesidad de reconectar el banco de transformadores del sistema 480V y tener así una conexión estándar que proporcione los voltajes requeridos como lo es la conexión Δ -Y, la cual puede proporcionar voltajes en el secundario de los transformadores de 480V línea-línea y 277V línea-neutro⁹.



Esquema 2.2. Conexión Δ -Y

Iluminación de Alta Eficiencia

La eficiencia en los sistemas de iluminación depende de factores como el tipo de luminaria utilizada, la cantidad de lúmenes emitidos y su capacidad de conversión de energía eléctrica a luz; sin embargo, la eficiencia no radica

⁹ Ugly's Electrical References, edición 2011. Manual de bolsillo de referencias eléctricas extraídas del NEC. Sistemas de distribución eléctrica más comunes, página 14.

solamente en el cambio de tecnología, sino que también requiere de aprovechar como sea posible la iluminación natural, implicando esto una reducción en el consumo de energía eléctrica. A continuación, se describen los factores a tenerse en consideración al momento de evaluar iluminación de alta eficiencia en diferentes sistemas de iluminación, los cuales son:

- Cantidad de lúmenes que emite la lámpara: Estos se indican como lúmenes iniciales, o cantidad de lúmenes durante las primeras 100 horas de operación de la lámpara, y lúmenes de diseño. Los lúmenes de diseño se refieren a la cantidad de luz que la lámpara produce después de una operación aproximada del 40% de su vida útil. El requerimiento del nivel de iluminancia (cantidad de lúmenes reflejados por la luminaria o luxes) depende de la tarea específica a desarrollar en el ambiente donde se instalará la lámpara, por lo que al usar luminarias que emitan mayor cantidad de lúmenes se requerirá de menor cantidad de estas para cumplir con los luxes recomendados.
- Efectividad luminosa: Representa la cantidad de luz que emite la lámpara en relación a la cantidad de potencia en Watts que esta utiliza para tal fin. Una lámpara eficiente es la que emite más lúmenes consumiendo la menor potencia posible para ellos; por lo tanto, los lúmenes por watt (LPW) determinan la eficiencia de la lámpara.

En base a esto, se propone un sistema de iluminación utilizando lámparas fluorescentes T8. Comercialmente, la lámpara T12 es la más común en sistemas de iluminación y puede ser operada tanto con balastros electrónicos como con balastros electromagnéticos. Sin embargo, este tipo de lámpara esta siendo sustituido por lámpara T8 (que también puede ser operada con ambos tipos de balastros) en países desarrollados, **ocasionando ahorros significativos de un 25% a un 42% en consumo de energía** (Energy Star, 2008, cap.6, p.8).

Además, la vida útil de las lámparas T8 con respecto a las T12 aumenta un 20% y su capacidad de iluminación se mantiene en un 96% (lúmenes de diseño).

No obstante, existe un tipo de lámpara T5 cuya eficiencia supera en un 25% la eficiencia de su antecesora la lámpara T8, posee una alta eficiencia de lúmenes de alrededor de 100-104 lm/W y un mantenimiento de los mismos casi constante durante toda su vida útil. Estas lámparas se utilizan en combinación con balastos electrónicos y no electromagnéticos como en el caso de las T12 y algunas T8. Sin embargo a pesar de lo descrito, esta lámpara T5 no puede ser sustituida directamente en la luminaria estándar utilizada por una lámpara T12 ya que requiere de accesorios y adaptadores para ello debido al diámetro de su tubo, incrementando su costo total, el cual no es justificado aun con su incremento en eficiencia. Se muestran a continuación los tipos de tubos fluorescentes.

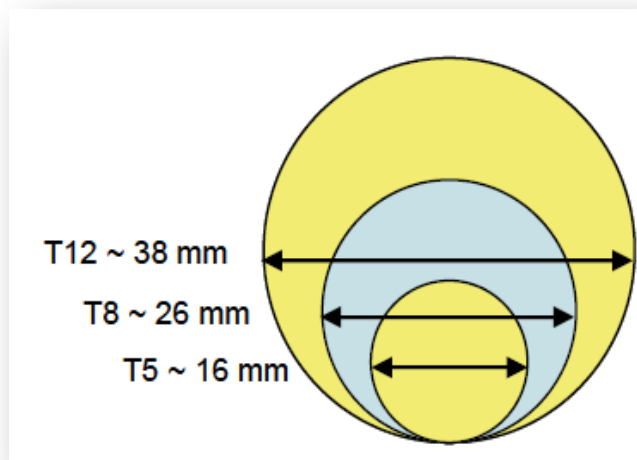


Fig. 2.1. Diámetro de Lámparas Fluorescentes

Por otro lado, la iluminación LED teóricamente puede alcanzar una eficiencia de conversión de energía eléctrica a luz visible del 100%. Con el desarrollo actual, esta tecnología sobrepasaría los 200 Lúmenes por Watt en un corto plazo, con diferentes temperaturas de color y un alto mantenimiento de lúmenes. Las ventajas de los LED son su pequeño tamaño, robustez,

expectativa de vida útil larga, alta eficacia luminosa y no provocan radiación térmica. Sin embargo, **la dificultad principal para cambiar a esta tecnología radica en su alto costo, falta de estandarización en los modelos de luminaria existentes y la necesidad de control de temperatura en los ambientes donde son utilizadas.** Por el momento, la eficacia lumínica de los dispositivos LED's comerciales ronda los 62-78 lm/W, pero esta eficiencia continua es ascenso con el importante desarrollo que está teniendo la tecnología de estado sólido. Hoy en día, existen prototipos que han alcanzado hasta 735 lúmenes de salida con una eficacia de 83 lm/W, como es el caso de compañía Philips Lumileds Lighting (Department of Energy DOE, 2012, p.8).

Las características de las lámparas a utilizar para esta propuesta se enlistan a continuación (los datos técnicos se obtuvieron de ficha técnica de los productos en Sitio Web Sylvania (<http://www.osromsylvania.com>)):

- Tubo Fluorescente T8 de 17W, 1350 Lúmenes, 24 pulgadas.
- Tubo Fluorescente T8 de 32W, 3200 Lúmenes, 48 pulgadas.
- Tubo Fluorescente T8 de 59W, 6000 Lúmenes, 72 pulgadas.

Aires Acondicionados de Alta Eficiencia

La alta eficiencia en Aires Acondicionado viene definida hoy en día por dos factores importantes a tener en cuenta al momento de elegirlos: el SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) y el EER (Energy Efficiency Ratio). Ambos factores se encargan de medir que tan bien las unidades de aire enfrían el área destinada para este propósito y la cantidad de energía necesaria para este propósito (PG&E, 2006, p.1).

El factor SEER, o Relación de la Eficiencia Energética de la Unidad de Aire por Estación del año, es igual a la cantidad de aire en la salida de la misma unidad dividido entre su consumo total de potencia durante una estación del año. Por norma en Estados Unidos, el SEER de las unidades de aire vendidos debe de tener un valor mínimo de 13, y entre mayor sea este factor, mayor será la

eficiencia del equipo (aunque más caro también). Sin embargo, debido a que en Nicaragua solo existen dos estaciones en el año (verano e invierno), este factor no aplicaría en gran manera para la correcta elegibilidad de un Aire Acondicionado de alta eficiencia. Además, el SEER es utilizado en sistemas que trabajan en lugares donde la temperatura es de 82°F (28°C) y tiene mayor importancia en unidades centrales de aire acondicionado, por lo que al menos que el proyecto demande tal equipo, no se debe de considerar al momento de comprar una unidad de Aire Acondicionado en Nicaragua (como en nuestro caso por ejemplo).

Por otro lado, el EER o Relación de la Eficiencia Energética de la Unidad de Aire Acondicionado se refiere a la cantidad de aire (BTU) por hora que esta puede proveer al área a la que se destino dividida entre la potencia consumida para realizar este trabajo. Básicamente, la definición del SEER y el EER son las mismas, con la diferencia que el EER es medido de manera instantánea y no en toda una estación del año como el SEER. Además, este factor mide sistemas de climatización trabajando en lugares donde la temperatura es de 95°F (35°C) y es muy utilizado al momento de elegir una unidad de ventana o Split, lo cual hace del mismo el factor a tomar en cuenta al momento de elegir una unidad de aire acondicionado en nuestro país. El valor mínimo normado en Estados Unidos para el EER es de 11, y entre mayor sea este, mayor será su eficiencia (y de nuevo, mayor su costo).

Tomado en cuenta estos factores, **es posible reducir la energía consumida por aires acondicionados de un 18% a un 35%**¹⁰ (primer valor para SEER 13 y EER 10) por unidad, obteniendo una significativa reducción en el costo de la factura de energía eléctrica (Tiernan, 2003, p.2). Además, cualquier marca que distribuya este tipo de productos esta diseñado con este tipo de factores, solo hay que saber elegir en base a las necesidades propias.

¹⁰ Guide to home Heating and Cooling (Octubre 2010). Eficiencia Energética y Energía Renovables del Departamento de Energía del Estados Unidos.([http:// www.energysavers.gov](http://www.energysavers.gov))

Se propone la utilización de los siguientes equipos para la sustitución de los aires acondicionados existentes en IMPLAGSA, los cuales utilizan además agente refrigerante R-410 A (considerado ecológico), el cual produce daños mínimos a nuestro medio ambiente y no daña la capa de ozono debido a que su contenido de cloro es nulo y esta libre de CFC (clorofluorocarburos), además que proporcionan resultados óptimos en la reducción de la energía necesaria por los compresores, lo cual es bueno para la factura de energía el medio ambiente.

A continuación se presentan los datos técnicos de los equipos de aire acondicionado a proponer en la siguiente tabla (datos técnicos de los equipos obtenidos de ficha técnica en Sitio Web Carrier (<http://www.carriercca.com>)):

Unidad	Capacidad	EER	SEER	Volt	Pot.
Split	1.5 ton (16,000 BTU/h)	11.8	13	208/230V	1.53kW
Ventana	1 ton (12,000 BTU/h)	10.8	----	115V	1.1kW

Tabla 2.1

Estos aires acondicionados se proponen para sustituir 3 aires acondicionados tipo Split y un aire acondicionado tipo ventana en el área de administración y contabilidad (Es importante mencionar aquí que no se conoce el ni el EER ni el SEER de ninguno de los equipos de aire acondicionado actualmente instalados en esta área de Administración). Estos equipos poseen los siguientes datos técnicos obtenidos en el censo de carga:

Unidad	Capacidad	EER	SEER	Volt	Pot.
Split	18,000 BTU/h	----	----	220V	1.97kW
Ventana	1 ton (12,000 BTU/h)	----	----	220V	1.3kW
Split	9,000 BTU/h	----	----	220V	0.98kW

Tabla 2.2

Sistema de Tierra

Básicamente, los sistemas de tierra tienen tres propósitos en las instalaciones eléctricas de una industria o empresa, las cuales son:

- Protección contra sobre-voltajes
- Estabilización de Tensión
- Trayectoria de corrientes para facilitar el drenaje de sobre-corrientes en dispositivos

Por tales razones, la resistencia de este sistema debe de ser la mínima posible (según el campo de la aplicación del sistema de tierra) que permita el paso de la corriente en situaciones de falla o desperfectos durante operaciones, maniobras o eventos atmosféricos. Esta resistencia se encuentra conformada por la suma de los valores resistivos de los elementos que componen el sistema de tierra, los cuales son la resistencia total de los conductores, resistencia total de contacto entre el conductor y el electrodo y la resistencia de contacto entre la superficie del electrodo y el terreno, valores a tomar en cuenta al momento del diseño del sistema de tierra.

Por lo tanto, la propuesta para el sistema de tierra de IMPLAGSA esta basada en el **Sistema Mass@ Tierra**¹¹, el cual es un sistema integral y unidireccional para el flujo de corriente que requiere de poco mantenimiento después de su instalación, brindando alto desempeño, continuidad y seguridad de protección. Además, reduce el factor de pérdidas de los transformadores y le proporciona una mayor eficiencia al desempeño de la instalación eléctrica donde se instale, al igual que cumple con estándares IEEE y Normas NOM¹².

Este sistema es del tipo estructural, con alta eficiencia de disipación y baja impedancia permanente, cuya función primaria es la de proporcionar seguridad a

¹¹ Sistema de tierra desarrollado por Ingeniería y Diseño en Redes S.A. de C.V., México. Existentes para aplicaciones en baja, media y alta tensión según la Norma NOM.([http:// www.massatierra.net](http://www.massatierra.net))

¹² NOM (Normativa Oficial Mexicana) Conjunto de Normas cuyo objetivo es asegurar valores, cantidades y características mínimas y máximas en los diseños, productos y servicios, sobre todo los de uso extenso y fácil adquisición por el público en general no especializado en algunas materias.

los seres humanos en constante contacto con equipos e instalaciones eléctricas cuando estos presenten fallas por corto circuito o descargas atmosféricas, al igual que garantizar la operación eficiente sistemas eléctrico, electrónicos sensibles y delicados. La siguiente imagen (Fig. 2.1) muestra la forma y estructura del tipo de electrodo que se propone para el sistema de tierra de la empresa.



Fig. 2.2. Electrodo Mass@ Tierra fabricado con una aleación de cobre especial garantiza una vida útil de 15 años.

Estos electrodos se encuentran para una variedad de aplicaciones, que van desde la baja hasta la alta tensión, con capacidades de corriente de 85 A hasta 1000 A y altura de los electrodos de 0.5 mts hasta 1.5 mts. La utilización de uno u otro modelo en existencia depende de la aplicación para la cual se requieren, en nuestro caso se utilizarían electrodos para baja y media tensión (capacidad de 600 A) debido a los tipos sistemas de distribución de energía eléctricos existentes en la empresa (220V 1 Φ , y 240V y 480V 3 Φ).

Su construcción, en forma de estructura cerrada, con placa triangular en la parte superior (cuerpo Gaussiano) y cono en la parte inferior (Efecto capacitivo) permite generar un área catódica en la en la primera parte y un área anódica en la segunda, logrando obtener una alta capacidad de disipación y confinamiento a tierra como se observa en la siguiente figura.

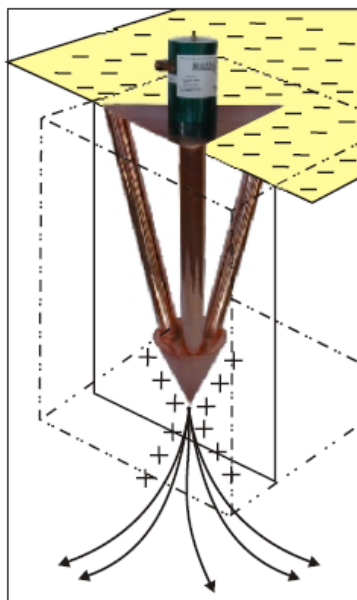


Fig. 2.3. Comportamiento Electrodo Mass@ Tierra

De esta manera, la tecnología Mass@ Tierra permite confinar a mayor profundidad cualquier potencial debido a su confinamiento anódico y por la propiedad de las puntas. Además, apoyados por la ley de Ohm el electrodo de Mass@ Tierra cumple con el propósito de incrementar la superficie de contacto y así lograr obtener un alto desempeño por la disminución de la resistencia total del sistema, con lo que se incrementa la tensión ejercida en la parte más profunda del terreno donde se encuentra la instalación provocando que se acentúen las descargas en esa zona. Además, Este tipo de aterrizaje garantiza una resistividad baja y permanente de menos de 2 Ohms, independientemente del terreno donde se ubique. Adicionalmente, posee un filtro magnético que predispone la corriente de forma unidireccional, cualidad que lo distingue de los demás sistemas de tierra. Por estas y las otras razones mencionadas, se identifica este sistema de tierra como el mas adecuado a utilizar en IMPLAGSA.

Además, es importante mencionar que la continuidad y eficiencia en los procesos productivos permite direccionar esfuerzos de mejora en sectores que generan mayor utilidad dentro del sector productivo. Por tal razón, debido a que alrededor del 60% de fallas en las industrias o empresas se dan en la parte

eléctrica, teniendo un 40% de estas fallas en la parte eléctrica concentrada en los sistemas de tierra (IDERSA, 2004, p.08-13), es necesario contar con un sistema de tierra que nos proporcione continuidad y confiabilidad en nuestro sistema eléctrico ya que es cierto que nuestra red nos estará proveyendo del servicio que necesitamos, pero a un alto costo.

Por otro lado, los sistemas de tierra ayudan a la estabilidad de los niveles de tensión de una empresa o industria (como mencionado en párrafos anteriores), ya que estos proporcionan una plataforma equipotencial sobre la cual puede operar un equipo correctamente, proporciona una trayectoria alternativa para las corrientes inducidas minimizando de esta manera el ruido eléctrico y mantiene los voltajes del sistema dentro de los límites razonables bajo condiciones de falla (Procobre, 2011, p.4). Sin embargo, existe la creencia de que los sistemas de tierra solo operan en condiciones de falla, lo cual es errado ya que durante operaciones rutinarias este sistema desempeña roles vitales dentro de un sistema eléctrico como lo es la disipación de corrientes residuales y de armónicos.

Hoy en día, muchas de las alimentaciones poseen una conexión a tierra a través de la cual el sistema es capaz de drenar corrientes residuales y de armónicos. Este tipo de corrientes, al no tener un drenaje o forma de disipación a tierra, formaban un bucle cerrado con la fuente creando de esta manera diferencias de potencial que causan ruido, zumbido y posibles daños a equipos, lo cual sumado a la creciente inyección de armónicos a las empresas e industrias por parte de la red comercial genera considerables problemas en la calidad de la potencia. Además, algunos equipos tienen la necesidad de reducir campos eléctricos o magnéticos fuera de sus gabinetes para reducir el impacto que estos provocan en el campo de la misma, para lo cual necesita una pantalla de tierra que opere continuamente. De esta manera, los sistemas de tierra ayudan tanto a la seguridad (una de las razones primordiales) como a la estabilidad de los niveles de tensión del sistema eléctrico de una empresa, lo cual genera eficiencia en el desempeño del mismo (Procobre, 2011, p.6).

Energía Renovable y Arquitectura Bioclimática

En esta parte, se propone la utilización de los recursos naturales existentes en el área de la empresa para sustituir portadores primarios que alimentan cierto tipo cargas (iluminación y carga monofásica varia por ejemplo) en la misma, eliminando de esta manera el consumo de energía de estos elementos en el costo total de la factura energética. Esto se pretende realizar instalando turbinas de eje vertical en el techo de los talleres de la empresa y utilizando focos solares para la iluminación interna de los mismos (durante el día), los cuales se amplían a continuación.

Turbina Eólica de Eje Vertical Levitada Magnéticamente

La turbina eólica de eje vertical levitada magnéticamente, desarrollada por el inventor Jim Rowan y el diseñador Thomas Priest-Brown en Canadá y construida en Texas, es una turbina de 5.5 kW capaz de generar una cantidad de energía mensual de 2200 kW/H, lo suficiente para muchas tareas realizadas en residencias y oficinas.

Diseñada para ser montada sobre los techos de casas y oficinas (con pendiente o plano) con solo 1.2 mts de altura, este tipo de turbina es capaz de aprovechar el viento proveniente de diferentes direcciones para la producción de energía eléctrica (es omnidireccional), lo cual no ocurre con las tradicionales turbinas eólicas de eje horizontal las cuales necesita de mecanismos (anemómetros y corregidores de posición) para poder aprovechar el viento proveniente de diferentes direcciones, pero con poca efectividad. Además, posee un alternador con bobinas de resistencia variable programables con las que se pueden establecer las velocidades de arranque y velocidades de corte de la turbina para tener un mayor control de la misma.

Por otro lado, el propósito de utilizar el efecto de levitación magnética (introduciendo potentes imanes que se repelen entre en acoplado a la base de

su eje de rotación) en entre el rotor y el estator de esta turbina es para evitar las vibraciones que la misma puede causar debido a su movimiento rotatorio, las cuales pueden ser peligrosas al considerar que esta va montada sobre los techos de casas o edificios, además de eliminar el ruido causado por los acoples mecánicos al momento de su operación (se da con mayor frecuencia en turbinas que utilizan balineras para la rotación en la base del eje). Adicionalmente, sus aspas están hechas de un termoplástico resistente obtenido a partir de botellas recicladas, lo que hace de esta turbina una opción renovable y ecológica.

A continuación, se enlistan las características que posee este tipo de turbina (<http://www.niagarawindpower.com>):

- Productividad de 2200 kW/H en viento promedio de 13 mph
- Velocidad de arranque: menos de 5 mph
- Velocidad de corte: mayor a 100 mph
- Potencia: 5.5 kW
- Mantenimiento mínimo



Fig. 2.4. Turbina de Eje Vertical (MVAWT). (<http://www.treehugger.com>)

Con este tipo de generador eólico, es posible suplir suficiente energía a las cargas utilizadas en oficinas (carga varia e iluminación), ya que no son equipos que demandan mucha energía eléctrica para su funcionamiento, ahorrándose el costo de su consumo en la factura de energía.

Sin embargo, para poder utilizar una turbina eólica en IMPLAGSA que genere energía eléctrica para suplir de la misma a las cargas mencionadas se necesita realizar un estudio de viento en la zona, con el cual se pueda tener la certeza de que la turbina propuesta es capaz de generar la cantidad de energía especificada en los datos técnicos de la misma (o por lo menos aproximado al valor). Este estudio se debe de realizar para los siguientes propósitos:

- Colocar la turbina en la mejor posición posible para captar la energía cinética de manera eficiente
- Establecer los rangos de velocidad (máximo y mínimo) que pueden alcanzar los vientos en la zona para poder ajustar la resistencia de las bobinas (las cuales son programables como se mencionó antes) del generador eólico a su velocidad de arranque y velocidad de corte
- Conocer la cantidad de potencia que se puede extraer del viento promedio de la zona. Esta cantidad de potencia esta dada por la siguiente ecuación (Mukund, 2006, p.28):

$$P_o = \frac{1}{2} \rho A V^3 C_p$$

Donde:

$[P_o]$ = Potencia de Salida de la turbina (Kw)

$[A]$ = Area barrida por las aspas de la turbina (m^2)

$[V^3]$ = Velocidad del viento (m/s)

$[\rho]$ = Densidad del Aire (kg/m^3)

$[C_p]$ = Eficiencia del rotor (Adimensional). Para turbinas de más de dos aspas toma un valor de entre 0.2 y 0.4

Con respecto al valor de la densidad del aire, este es de 1.225 kg/m^3 a nivel del mar, a una presión atmosférica de 1 atmósfera y una temperatura 60°F . No obstante, la ecuación para el cálculo de la misma es (Mukund, 2006, p.30):

$$\rho = \rho_o e^{-\left\{\frac{0.297 H_m}{3048}\right\}}$$

Donde:

$[\rho_o] = 1.225 \text{ kg/m}^3$

$[H_m]$ = Elevación del lugar (metros)

Además, es necesario realizar una distribución (estadísticamente hablando) con las mediciones tomadas y registradas de las velocidades de viento de la zona. Esto se realiza utilizando la distribución de Weibull, herramienta estadística con la cual se determina la probabilidad de los vientos que más se repiten en las mediciones (moda), hallando de esa manera la velocidad de viento promedio (visualizados en una curva con forma de campana de Gauss) a la cual estará expuesta la turbina todo el año, con lo que se puede determinar si es factible o no la instalación de la turbina propuesta (Mukund, 2006, p.34).

Por lo tanto, podemos concluir que esta turbina de eje vertical contiene muchas características apropiadas (propias de la turbina) para la sustitución de portadores primarios que alimentan cargas de oficina en IMPLAGASA, con el propósito de obtener un ahorro energético en la misma. Sin embargo, debido a las razones mencionadas en los párrafos anteriores no es posible utilizar la misma para este propósito, ya que no se tiene certeza de la cantidad de energía que esta puede que puede generar la turbina una vez instalada en la empresa, por lo que la propuesta se resume a realizar primeramente el estudio pertinente para luego evaluar la instalación de la turbina en la empresa.

Focos Solares

El aprovechamiento del recurso solar hoy en día se da de distintas maneras a medida que los descubrimientos sobre sus bondades y la tecnología para su aprovechamiento avanzan, y los focos solares son una muestra de ello inclusive cuando no utilizan tecnología de punta.

Los focos solares son una forma de aprovechamiento pasivo del recurso solar, los cuales nos sirven para remplazar carga de iluminación en casas, oficinas y hasta talleres de operaciones (en empresas). Poseen una cúpula acrílica resistente a los impactos y con un filtro de rayos UV que es colocada en

el techo del lugar donde se desea utilizar de manera que sobresalga unos centímetros. Esta cúpula esta conectada a un difusor (también de material acrílico con una superficie prismática que le ayuda a dispersar la luz), colocado al interior del lugar donde se desea emplear el foco solar, a través de un tubo construido de una lámina recubierta de plata en la parte interna del mismo que permite una reflectividad de hasta un 98%, lo que le permite aprovechar de gran manera la luz solar temprano en la mañana y en el atardecer.

Además, se ha comprobado que la luz solar dentro de los espacios ocupados por personas tiene un impacto beneficioso tanto psicológico como fisiológico, al igual que reduce obstáculos visuales y hace ver las cosas con sus colores reales, haciendo que la gente se sienta mejor y más feliz. Se presenta a continuación un típico foco solar para tener una idea del mismo.



Fig. 2.5. Foco Solar tipo comercial de 21” de diámetro (<http://www.nltubular.com>)

Los focos solares hoy en día se comercializan en tamaños residenciales y comerciales (para utilizarse en industrias), por lo que se pueden utilizar ambos tipos para la sustitución de carga de iluminación tanto en las oficinas como en

los talleres de IMPAGSA. Se muestran a continuación las especificaciones de los focos a proponer:

- Foco solar para oficinas de 13 pulgadas cuya ficha técnica en sitio web de tubos solares (<http://www.nltubular.com>):
 - ✓ Area de cobertura: 28 mts cuadrados
 - ✓ Equivalencia en potencia de iluminación: 500 W
 - ✓ Longitud del tubo: 6 mts
- Foco comercial para talleres de 21 pulgadas cuya ficha técnica en sitio web de tubos solares (<http://www.nltubular.com>):
 - ✓ Area de cobertura: 65 mts cuadrados
 - ✓ Equivalencia en potencia de iluminación: 1450 W
 - ✓ Longitud del tubo: 6 mts

Ahora, para determinar la cantidad de focos a utilizar en cada área es necesario saber que la cantidad de potencia de iluminación de 500W para el tubo de 13" y 1450W para el tubo de 21" equivalen a watts de luz incandescente, pero sin la cantidad de irradiación de calor tradicional que generan las mismas ya que estos focos poseen un Factor U de 0.26¹³, lo que nos asegura una baja transferencia de calor por parte de estos tubos. Sin embargo, como no podemos saber la cantidad de lúmenes que estos focos emiten mediante su potencia de iluminación de salida, la opción más adecuada para conocer la cantidad de focos a utilizar en cada área es por medio de su área de cobertura, adecuando luego la cantidad de iluminación por medio de difusores si la cantidad de iluminación es mucha, o aumentando la cantidad de focos si es poca.

En nuestro caso, las áreas en las que se pretenden utilizar estos focos solares tienen las siguientes superficies:

- Area de Administración: 473 mts^2
- Taller de Producción: 1152.9 mts^2

¹³ El factor U mide la cantidad de calor transferido por los tubos solares. Los rangos de este factor se encuentran entre 0.20 y 1.25 Btu/h ft^2 y entre mas pequeño sea este valor, mejor es el aislamiento contra la transferencia de calor del tubo. (<http://www.energystar.com>) .

- Taller de Soldadura: 671 mts^2

Por lo tanto, en base a la cobertura de cada uno de los focos propuestos aquí (28 mts^2 para el de 13" a utilizarse en oficinas y 65 mts^2 para el de 21" a utilizarse en talleres) podemos decir que la cantidad de focos a utilizar sería de (a manera de propuesta) 10 para el taller de producción 6 para el taller de soldadura y 10 para el área de administración. En el taller de producción se considera iluminar alrededor del 60% del edificio, correspondiente al área donde se encuentra la mayoría de equipos. Para el área de Soldadura se consideraron solamente 6 focos ya que el taller tiene espacios abiertos que facilitan la iluminación natural. En administración el 50% de las instalaciones no son utilizadas, por lo que con los 10 focos cubrimos las necesidades de iluminación.

De esta manera, es posible sustituir 2775 W correspondientes a la iluminación del Taller de producción, 640 W correspondientes a la iluminación de las oficinas de Administración y 1600W correspondientes a la iluminación del taller de soldadura. Con esto, es posible ahorra casi un 65% en iluminación de los talleres ya que la sustitución total asciende a 4.38 kW, lo que corresponde a 28.5 kW/H, los cuales son restados a los 44.2 kW/H que corresponden a la iluminación total en talleres (ver tabla 1.17 en Capítulo 1). Igualmente, es posible sustraer 2.24 kW/H de la energía total consumida por la carga de iluminación en las oficinas de Administración, obteniendo un ahorro del 28% en esta parte, teniendo así un ahorro en iluminación total de 45.6% (23.84 kW/H ahorrados de los 52.3 kW/H consumidos por carga de iluminación en toda la empresa).

Arquitectura Bioclimática

La técnica bioclimática aprovecha pasivamente los recursos existentes alrededor del área destinada a construir o construida. Además de que representa una nueva tendencia en la construcción de casas y edificios, también promueve técnicas para un mejor aprovechamiento de la luz solar para la iluminación y del recurso eólico (combinado con aéreas verdes) para la

climatización. Adicionalmente, es importante saber que la productividad en las empresas también tiene que ver con el confort y el ambiente donde los trabajadores desempeñan sus trabajo, por lo que la Arquitectura Bioclimática también viene a ser un buen incentivador en el incremento de la productividad de las personas al sentirse estas mas a gusto en su ambiente laboral.

La iluminación en la técnica bioclimática tiene que ver con la aplicación de colores adecuados en las instalaciones de los edificios y casa y con la reflectividad de los materiales. La aplicación de colores que no absorban la luz (tonos oscuros) es recomendable para lugares donde la visión de calidad es necesaria, por lo que se recomiendan colores claros cuya capacidad de reproducción y difusión de la luz son mucho mejores. Además, las superficies lisas son requeridas para este mismo propósito, ya que una superficies rugosa distorsiona mucho el haz de luz, desaprovechándolo de esa manera, mientras que las superficies lisas aumentan la efectividad de reflexión de la luz, necesitando menos de esta para tener una buena visión (es claro que esto depende de la actividad que se desarrollará en cada ambiente). Así, podemos decir que si se utilizan colores claros para las paredes y superficies bastante pulidas en los pisos de los talleres y oficinas de la empresa, la necesidad de tener una potencia determinada instalada en lámparas puede disminuir debido a que la capacidad de iluminación aumenta, necesitando de esa forma menos potencia instalada en lámparas para obtener una iluminación adecuada de las áreas (Stellman, 2001, p.46.7-46.19). Por ejemplo, si en la sala de la dirección general (Area de ventas) se necesita para un nivel de iluminación adecuado (actualmente) 3 lámparas dobles de 40W (240W en total), utilizando colores claros en las paredes, piso y cielo raso al igual que superficies pulidas en el piso y paredes podría obtener el mismo nivel de iluminación con 3 lámparas sencilla de 40W, la mitad de potencia requerida para la iluminación de esta sala actualmente.

A continuación, se muestran en la siguiente figura valores típicos tanto de la reflectancia (capacidad de reproducción de la luz) como de la iluminancia

(niveles visuales recomendados para diferentes ambientes y tareas) adecuadas en ambientes donde se realizan distintos tipos de tareas. Además, se muestra una tabla con valores típicos de reflectancia de materiales y otra con valores típicos de iluminancia¹⁴.

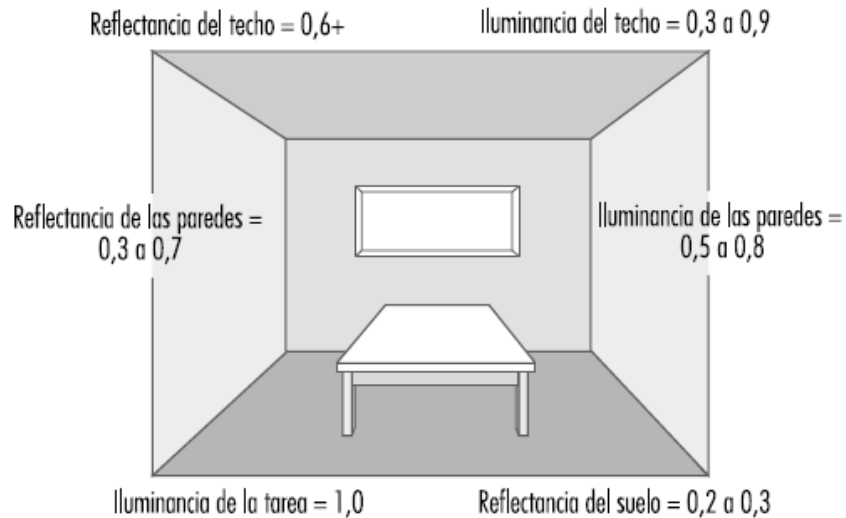


Fig. 2.6. Valores adecuados de reflectancia e iluminancia en ambientes (Stellman, 2001, Fig. 46.21)

Color/material	Factor de reflexión (%)
Blanco	100
Papel blanco	80–85
Marfil, amarillo lima	70–75
Amarillo brillante, ocre claro, verde claro, azul pastel, rosa claro, crema	60–65
Verde lima, gris pálido, rosa, naranja, gris azulado	50–55
Madera clara, azul celeste	40–45
Roble, hormigón seco	30–35
Rojo oscuro, verde árbol, verde oliva, verde hierba	20–25
Azul oscuro, púrpura	10–15
Negro	0

Tabla 2.1. Factores de Reflexión según colores (Stellman, 2001, Tabla 46.7)

¹⁴ Figura 2.6 y tablas 2.1 y 2.2 extraídas de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo: Condiciones de la Iluminación en General, a cargo de Juan Guasch Farrás (pág. 46.13-46.15).

Ubicación/Tarea	Valor típico recomendado de iluminancia mantenida (lux)
Oficinas generales	500
Puestos de trabajo informatizados	500
Áreas de montaje en fábrica	
Trabajo de poca precisión	300
Trabajo medio	500
Trabajo de precisión	750
Trabajo de alta precisión	
Montaje de instrumentos	1.000
Montaje/reparaciones de joyería	1.500
Quirófanos de hospital	50.000

Tabla 2.2 Valores recomendados de iluminancia para diferentes ambientes y tareas visuales (Stellman, 2001, Tabla 46.8)

En cuanto a climatización, esta la Arquitectura Bioclimática promueve la utilización de materiales con propiedades térmicas que ayuden al propósito que se requiere, ya sea refrescar un área o mantenerla caliente. En nuestro caso, refrescar el área de trabajo requiere de la utilización de áreas verdes con fuentes de agua dentro de los talleres, lo cual le proporciona una mejor calidad y más frescor al aire que circula dentro de los mismos (Nieva, 2005, p.24). Una vez más, los colores juegan un papel bastante importante en esta parte ya que entre mas clara sea una pared, menos absorción térmica poseerá y viceversa. La siguiente tabla muestra lo dicho:

Color	Absortancia
Muy claro	0,10-0,20
Claro	0,50
Medio	0,80
Oscuro	0,90
Muy oscuro	0,92-0,95

Tabla 2.3 Relación entre el color y absorción de los materiales (Nieva, 2005, p.24, cuadro 2)

No obstante, es importante mencionar que para lograr estos propósitos las construcciones (obras civiles de la empresa) deben estar alineadas en dirección sur-norte de la trayectoria del sol (en países cálidos), lo cual aumenta las posibilidades de aprovechamiento de los recursos tanto solar como eólico (Giano, 2001, p.1-4). IMPLAGSA se encuentra actualmente en posición este-oeste, lo cual dificulta actualmente el aprovechamiento del recurso solar.

Modelo de Trabajo para la Utilización de las máquinas de mayor consumo en IMPLAGSA (Plegadora y Cizalla)

En esta parte, se propone el establecimiento de un modelo de trabajo o acomodo de carga dentro de la empresa que ayude a evitar el incremento de la demanda de potencia en la empresa debido al arranque innecesario o no planeado de máquinas que consumen energía considerablemente. Estas máquinas se identificaron y corresponden a la Plegadora (en sistema 240V) y la Cizalla (en sistema 480V). Por lo tanto, más que un modelo de trabajo se proponen en esta parte medidas a tomar en la empresa que pueden ayudar a evitar el uso innecesario o inadecuado de las máquinas mencionadas, las cuales son:

- Evitar encender estas máquinas por cortos periodos: Los trabajadores de la empresa utilizan estas máquinas como cualquier otra en la empresa, no dándose cuenta que cada vez que las arrancan para realizar un trabajo de 10 ó 20 minutos contribuyen al aumento de la demanda. Por tal razón, es importante hacer una evaluación de la importancia de doblar o cortar ciertas piezas utilizando estas máquinas, ya que existen métodos alternativos como cizallas manuales y prensas hidráulicas para hacer el mismo trabajo.
- No apagar las máquinas al momento del descanso: Como mencionado en el primer capítulo, en IMPLAGSA los trabajadores reciben 2 descansos de 15 minutos (en la mañana y en la tarde).

Por lo tanto, apagar y encender todas las máquinas por ese corto periodo también afecta la demanda de la empresa ya que al ser encendidas estas al mismo tiempo, sus picos de arranques se suman, provocando el incremento de la demanda durante este proceso. En caso que coincidan esos periodos de descanso con la utilización de máquinas como Cizalla y la Plegadora, es preferible dejarlas encendidas durante ese corto lapso de tiempo ya que sus picos de arranque son bastante elevados y de combinarse con otras máquinas incidiría en el cargo por demanda. Máquinas pequeñas como los esmeriles y taladros, pueden apagarse y luego encender, ya que el consumo de estos es mucho menor.

- No encender todas las máquinas al mismo tiempo al iniciar jornadas de trabajo: Es importante que alguien de la empresa tome la tarea de encender las máquinas (las más utilizadas) antes de la jornada laboral diaria y establecer un precalentamiento de las mismas, lo que les ayudará a tener un mejor desempeño y seguridad al momento de operar las mismas. Esta tarea debe de ser delegada a una persona del departamento de mantenimiento de la empresa, quien media hora antes de la jornada de trabajo (7 de la mañana) encienda de manera escalonada las máquinas. Este proceso de encendido se puede realizar con intervalos de 2 minutos entre máquinas, empezando con los tornos, luego las prensas DAKE y por último los taladros y sierras eléctricas (existentes en el taller de producción). También, este encendido se puede coordinar en base a los proyectos que se estén llevando a cabo y de esa manera no encender máquinas que no se utilizarán, solo encender las que se necesitan.
- Utilizar las máquinas de mayor consumo en periodos en que la empresa no demande mucha potencia: Esto puede ocurrir una hora antes de que la empresa suspenda labores o en días de fin de semana (sábados), cuando la afluencia de trabajadores no es tan

significativa y por ende la cantidad de máquinas encendidas no es tanta. El tiempo en que funcionan las maquinas dependen de la carga de trabajo que tenga la empresa, la que es variable durante todo el año. Las maquinas de mayor consumo como la Cizalla y la Plegadora tienen que programar su uso de tal manera que se evite la coincidencia de muchas maquinas trabajando a la vez. Para eso es necesario que en la Empresa se terminen esos momentos, que como se menciono anteriormente pueden ser al final del día y los fines de Semana y realizar el corte y doblado de piezas en esos periodos, para que en transcurso de la semana se continúe con el proceso restante de soldadura y pintura.

Evaluación y Comparación de las Tecnologías

Descritas las propuestas para solucionar las problemáticas más urgentes de IMPLAGSA, se procede a hacer una evaluación de las mismas para determinar los porcentajes de ahorro y las opciones más factibles a aplicar. Se utilizará como base para esta evaluación las tablas de los censo de carga, tanto monofásico (tablas 1.6, 1.8 y 1.9) como trifásico (tablas 1.10, 1.12 y 1.13), expuestas en el capítulo I y las tablas de consumo estimado por área, ya sea taller u oficina, y por tipo de carga variando por lo tanto el consumo de potencia estimado con factores de demanda y coincidencia en IMPLAGSA.

Sistema Monofásico (Area de Administración)

Empezando con el Sistema Monofásico de IMPLAGSA, se evalúan dos opciones a implementar para reducir el consumo de energía del Area de Administración, considerada como la que mas consume dentro del mismo. Estas opciones son:

- Primera Opción: Utilización de Tecnología de Alta Eficiencia (Lámparas y Aire Acondicionados de Alta Eficiencia)

- Segunda Opción: Combinación de Tecnología de Alta Eficiencia con Energía Renovables (Lámparas, Aires Acondicionados y focos solares)

Según la tabla 1.8 del primer capítulo (Carga monofásica instalada en las Oficinas de Administración), tenemos una potencia total instalada de 13.8 kW en el área de Administración, la cual corresponde a los siguientes tipos de carga:

- Iluminación: 1.6 kW (20 Lámparas dobles de 40W)
- Aire Acondicionado: 6.23 kW
- Carga Monofásica Varia: 5.97 kW

Por lo tanto, utilizando la primera opción en la cual se propone la utilización de tecnologías de alta eficiencia como lo son:

- Lámparas T8 de 32W
- Aire Acondicionado Split de 1.5 kW
- Aire Acondicionado de Ventana: 1.1 kW

Se obtendrán los siguientes ahorros en materia de energía consumida por las cargas. Cabe mencionar en esta parte que tanto los factores de demanda como los factores de simultaneidad utilizados para realizar el estimado del consumo energético de esta área por día no fueron cambiados, al igual que tampoco son cambiadas las horas de utilización de estas cargas. De esta manera, se obtiene la siguiente tabla:

Carga	Pot. Instalada Actualmente	Pot. Instalada con Tecnología de Alta Eficiencia	Horas de Uso
Iluminación	1.6 kW	1.3 kW	7
Aire Acondicionados	6.23 kW	5.3 kW	8
Carga 1Φ Varia	5.97 kW	5.97 kW	8
Total	13.8 kW	12.6 kW/H	8

Tabla 2.3

Observado el cambio en potencia instalada que sufre esta área utilizando tecnología de alta eficiencia, podemos establecer ahora el ahorro que se da utilizando esta primera opción en la misma, el cual se refleja en la tabla que sigue:

Carga	Consumo Antes	Consumo Después	% de Ahorro
Iluminación	6.4 kW/H	5.1 kW/H	20 %
Aire Acondicionados	24.9 kW/H	21 kW/H	15.3 %
Carga 1Φ Varia	23.9 kW/H	23.9 kW/H	0%
Total	55.2 kW/H	50.1 kW/H	9.2%

Tabla 2.4

Como podemos notar, implementando solo tecnologías de alta eficiencia en el área de Administración se puede lograr un ahorro total en la misma del 9.2%, lo cual se traduce en 5.1 kW/H diarios no consumidos. Este ahorro, aunque parezca bastante insignificante, mensualmente significaría un ahorro sustancial en la factura de energía de la empresa de 112.2 kW/H.

Sin embargo, tenemos una segunda opción más todavía para reducir el consumo de energía eléctrica en esta área, la cual combina tanto tecnologías de alta eficiencia como energías renovables. La utilización de energía renovable se empleará meramente para la sustitución de la carga de iluminación utilizando focos solares debido a que este tipo de carga es utilizada todo el día en la misma. Por lo tanto, obtenemos la siguiente tabla de consumo energético:

Carga	Consumo Antes	Consumo Después	% de Ahorro
Iluminación	6.4 kW/H	0 kW/H	100 %
Aire Acondicionados	24.9 kW/H	21 kW/H	15.3 %
Carga 1Φ Varia	23.9 kW/H	23.9 kW/H	0%
Total	55.2 kW/H	45 kW/H	18.5 %

Tabla 2.5

Esta vez podemos observar un incremento en el porcentaje de ahorro del consumo de energía en el área en mención, el cual pasa de un 9.2 % a un 18.5% diario, lo que significa que no se estaría consumiendo 10.2 kW/H por día, provocando esto un ahorro más significativo que el anterior, siendo esta vez de 224 kW/H por mes aproximadamente. Sin embargo, hay que mencionar en esta parte que al utilizar focos solares en el área Administración existe la necesidad de utilizar lámparas (de alta eficiencia) como un sistema de respaldo, cuya utilización se reduce a situaciones en las que el clima no favorezca la iluminación solar adecuada. No obstante, se considera esta opción como la más adecuada (técnicamente hablando) para ser implementada en esta área y reducir su consumo de energía eléctrica.

Por otro lado, es necesario abordar en esta parte los sistemas de iluminación tanto del taller de Producción como del taller de Soldadura ya que estos se encuentra conectados al mismo sistema monofásico de la empresa. Por lo tanto, se utilizarán focos solares para sustituir estos sistemas de iluminación en ambos talleres. Hay que mencionar aquí también que la iluminación de estos talleres no es la más adecuada actualmente debido al diseño que posee y al gasto en energía que representa utilizarla, por lo que además de ahorrar energía eléctrica se estará brindando más confort a los trabajadores en sus zonas de labor.

Ahora, de la tabla 1.17 del primer capítulo (Consumo de energía por carga de iluminación) sabemos que la potencia total instalada en carga de iluminación en los talleres es de 6.8 kW, dividiéndose esta de la siguiente forma:

- Taller de Producción: 4 kW
- Taller de Soldadura: 1.6 kW
- Taller de Reparaciones: 1.2 kW

Así, obtenemos la siguiente tabla en la que se muestra el ahorro obtenido utilizando focos solares. Es necesario saber que también se necesitará un sistema de iluminación de respaldo para cuando las condiciones no favorezcan la iluminación solar adecuada, algo sujeto solo a este tipo de condiciones.

Taller	Consumo Antes	Consumo Después	% de Ahorro
Producción	26.2 kW/H	0 kW/H	100 %
Soldadura	10.4 kW/H	0 kW/H	100 %
Reparaciones	7.6 kW/H	7.6 kW/H	0%
Total	44.2 kW/H	8.06 kW/H	82 %

Tabla 2.6

Podemos observar un ahorro de 36 kW/H diarios en iluminación de talleres de la empresa, lo cual sumado al ahorro obtenido en las oficinas de Administración nos proporciona los siguientes porcentajes de ahorro en el sistema monofásico (Ver tabla 1.17):

Carga	Consumo Antes	Consumo Después	% de Ahorro
Iluminación	52.4 kW/H	10.3 kW/H	80.4 %
Aires Acondicionado	43.2 kW/H	21.1 kW/H	51.1 %
Carga 1Φ Varía	58.3 kW/H	58.3 kW/H	0%
Total	153.9 kW/H	89.7 kW/H	41.7%

Tabla 2.7

De esta manera, podemos ver un ahorro del 41.7% en consumo de energía en el sistema monofásico, lo que quiere decir que 64.2 kW/H al día no se consumirán, pasando de 153.9 kW/H a 89.7 kW/H. Por lo tanto, obtenemos el siguiente gráfico que nos muestra el ahorro en el sistema monofásico en general, el cual se puede comparar con el gráfico 1.7 del primer capítulo:

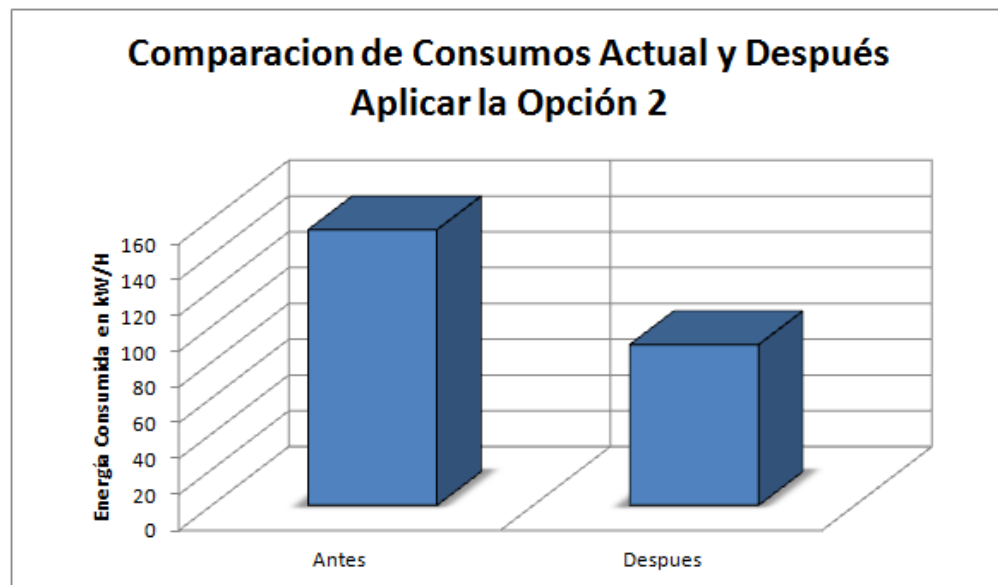


Gráfico 2.2

Sistema Trifásico

En el Sistema Trifásico de IMPLAGSA, se propone la utilización de transformadores de Alta Eficiencia (con devanados de cobre y núcleos de metales amorfos), Sistema de Tierra utilizando el electrodo Mass@ Tierra (en media tensión) y la puesta en práctica de las medidas de uso para máquinas de gran consumo (Plegadora y Cizalla).

Sin embargo, en esta parte no se puede hacer una evaluación numérica (como en el caso anterior) del porcentaje de ahorro que se presentará al implementar este tipo de tecnología en el Sistema Trifásico de IMPLAGSA, ya no contamos con un software disponible para hacer este análisis ni tampoco con la suficiente información técnica para el mismo, de manera que para la evaluación la única opción son las mediciones después de haber sido implementadas las tecnologías. En consecuencia, debido a que no es posible evaluar el Sistema Eléctrico de la empresa después de aplicadas estas tecnologías propuestas (debido a razones de presupuesto y tiempo), se presentan las posibles mejoras (vistas desde un punto de vista teórico) que puede experimentar el mismo si llegasen a aplicarse:

- Con la sustitución de un transformador de Alta Eficiencia, con devanados de cobre, y núcleo de acero amorfo (Colocación un transformador de pedestal envés de un banco de transformadores monofásicos) en el Sistema de distribución de 480V los voltajes del mismo alcanzarían los niveles adecuados y permitidos por las normativas tanto locales como internacionales, disminuyendo las perdidas en el cableado del mismo y aumentando el desempeño de las máquinas que se alimentan del él (Blackburn, 2007, p-50-52). Además, proveerá al mismo de un poco más de capacidad para futura ampliación de carga en equipos y maquinaria de la empresa.
- El Sistema de tierra estabilizaría los niveles de tensión de toda la instalación eléctrica de la empresa, además de que proporcionaría la seguridad que no existe actualmente en el mismo por falta de un aterrizamiento de las máquinas y carcasas de las mismas adecuadamente. Por otro lado, brindaría una mayor protección al sistema mismo evitando la exposición de las máquinas y de la instalación en general a peligros provocados por descargas atmosféricas (muy comunes en la zona de occidente) y maniobras en la red de distribución.
- Ambos tecnologías brindaría confiabilidad y robustez al sistema eléctrico de la empresa, evitando de esa manera el retraso de operaciones y por ende las pérdidas que esto puede representar a la misma.
- Poniendo en práctica las recomendaciones expuestas para el uso de las máquinas de gran consumo, se evitara (como ya se mencionó antes) el incremento de la demanda en periodos de alta facturación en la empresa, en los cuales tanto el ritmo de trabajo como la cantidad de proyectos aumenta.

De esta manera, podemos ver que muchas de las condiciones deficientes del Sistema Eléctrico de IMPLAGSA mejorarán; sin embargo, no es posible

medir este mejoramiento de una forma cuantitativa, solamente cualitativa. Comprobar y medir estas mejoras será una tarea a realizar por el personal mismo de la empresa, lo cual les permitirá conocer en realidad la mejora en el desempeño de las instalaciones de la empresa.

No obstante, la implementación del Modelo de Gestión Integral de la Energía en diferentes empresas colombianas demostró su efectividad en el mejoramiento de la eficiencia energética la cual se evidencia en ahorros de la facturación eléctrica. Los porcentajes de ahorro en algunas de estas empresas fueron de 4.6% (Cerrejón) y 4.3% (Cementos Argos-Planta Yumbo), sin la aplicación de cambios de tecnología. Implementar MGIE puede llevar a un ahorro desde un 4% a 15%, sin cambios tecnológicos, solo desarrollando actividades de gestión (Quispe, 2011, p. 9 y p. 14).

Estas actividades de gestión consisten en llevar a cabo planes de mantenimiento en los equipos para reducir sus pérdidas operacionales, por ejemplo en el caso de motores eléctricos, dar mantenimiento a sus partes rotativas, nos reduce las pérdidas por fricción, optimizando el consumo de energía de la máquina. También contribuye crear una cultura de ahorro en los operarios, para que utilicen la energía en forma racional, apagando los equipos cuando ya no los utilicen y evitar hacer un uso repetitivo excesivo, sino programarse para reducir los picos de arranque en los equipos (sierras eléctricas, tornos y taladros).

Aplicación de Soluciones Tecnológicas

La opción mas obvia para lograr un ahorro de energía eléctrica en el sistema eléctrico de IMPLAGSA es la segunda opción, la cual incluye la utilización de lámparas y aires acondicionados de alta eficiencia, focos solares para el aprovechamiento de la luz solar. Así mismo, se utilizarán también las propuestas plasmadas anteriormente para mejorar la calidad del sistema eléctrico trifásico de IMPLAGSA, siendo estas propuestas la utilización de un

transformador de pedestal para el sistema 480V, la red de tierra utilizando el electrodo propuesto y las recomendaciones para el uso de las máquinas de mayor demanda.

Ahora, si consideramos el consumo de energía del año anterior (2011) y lo proyectamos de manera similar para el año en curso tomando en cuenta el ahorro estimado del 41.7% en el Sistema Monofásico y el ahorro del 4% de ahorro global en todo sistema, y aplicándolo a los kW/H consumidos, tendremos el siguiente gráfico (gráfico 2.3) de consumo de energía. Al aplicar la reducción del 41.7 % solo a la carga monofásica de la empresa, la cual representa el 14% del consumo energético total de la misma (ver grafico 1.7 y tabla 1.15 en primer capítulo) y la del 4%, que en combinación con el ahorro en el sistema monofásico representa un 9.84%, obteniéndose la siguiente tabla de datos para el mismo grafico (tabla 2.6). Esta tabla nos muestra los valores de energía consumida correspondiente tanto al consumo del sistema trifásico como al consumo del sistema monofásico, de tal forma que se puede observar el cambio que se da en el consumo monofásico de la empresa al aplicar una combinación de tecnologías de alta eficiencia y energía renovables, con las implementación de medidas de ahorro del sistema de gestión integral.

Proyección							
Tiempo (Meses)	Energía (kW/H)	Consumo 1Φ (kW/H)	Consumo 3Φ (kW/H)	Reducción 41.7% 1Φ	Reduccion 4% al Implementar SGIE	Ahorro Total	Consumo Despues de la Reduccion
ene-11	8120.00	1136.80	6983.20	474.05	324.80	798.85	7,321.15
feb-11	8260.00	1156.40	7103.60	482.22	330.40	812.62	7,447.38
mar-11	11760.00	1646.40	10113.60	686.55	470.40	1,156.95	10,603.05
abr-11	8960.00	1254.40	7705.60	523.08	358.40	881.48	8,078.52
may-11	9380.00	1313.20	8066.80	547.60	375.20	922.80	8,457.20
jun-11	9800.00	1372.00	8428.00	572.12	392.00	964.12	8,835.88
jul-11	10360.00	1450.40	8909.60	604.82	414.40	1,019.22	9,340.78
ago-11	11340.00	1587.60	9752.40	662.03	453.60	1,115.63	10,224.37
sep-11	9240.00	1293.60	7946.40	539.43	369.60	909.03	8,330.97
oct-11	12600.00	1764.00	10836.00	735.59	504.00	1,239.59	11,360.41
nov-11	10640.00	1489.60	9150.40	621.16	425.60	1,046.76	9,593.24
dic-11	9800.00	1372.00	8428.00	572.12	392.00	964.12	8,835.88

Tabla 2.8

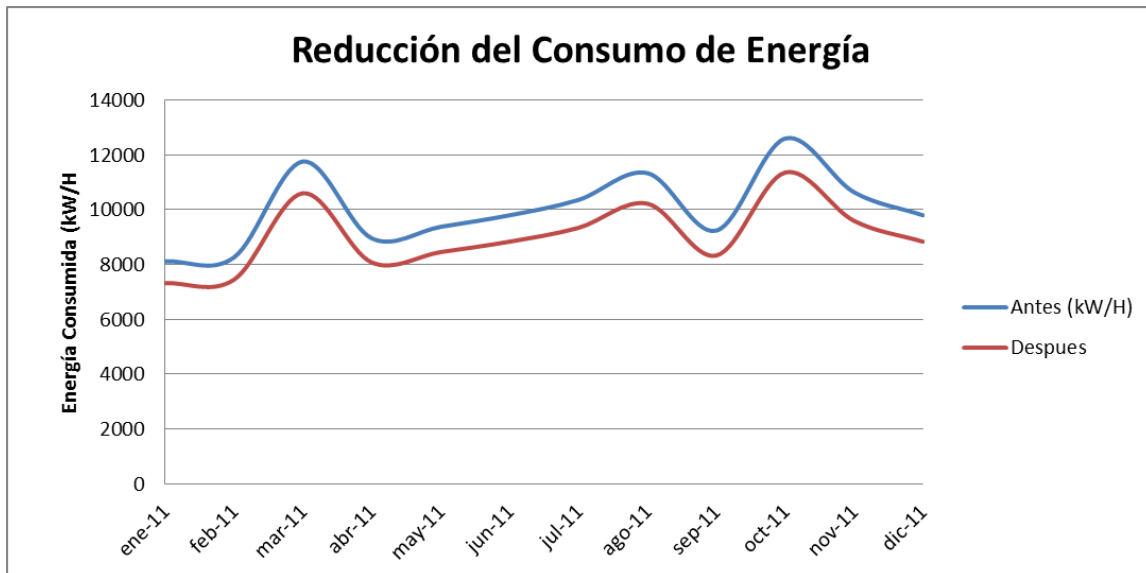


Gráfico 2.3

En el gráfico 2.3, se puede observar una disminución entre el antes y el después del consumo de energía de IMPLAGSA. Esta disminución se encuentra en unos 985.93 kW/H mensuales no consumidos. Sin embargo, en esta gráfica no se refleja el ahorro que representan las mejoras al utilizar de las tecnologías propuestas en el sistema trifásico, por lo que probablemente el ahorro este un poco más allá (tanto en ahorro monetario como en consumo de energía) del que se refleja, una vez se ejecuten los proyectos del transformados y el sistema de tierra.

Evaluada la aplicación de las soluciones propuestas, se puede observar que es posible llevar a cabo la reducción en el consumo de la energía eléctrica de IMPLAGSA ya que tales tecnologías y propuestas existen en el mercado, lo que confirma que se puede llevar a cabo este ahorro desde el punto de vista técnico. Sin embargo, debido a que llevar a cabo una tarea de esta magnitud requiere de inversión, es necesario evaluar la rentabilidad de la aplicación de estas tecnologías también, para lo cual es necesario realizar una evaluación financiera.

Conclusión

Para concluir esta parte, se puede observar que utilizando la opción 2 (Combinación de Tecnologías de Alta Eficiencia y Energía Renovables) es posible obtener un ahorro en al Área de Administración y Contabilidad del 18.5% y un ahorro del 82% en el consumo de la carga de iluminación de los Talleres de Producción y Soldadura, lo cual converge en un ahorro del 41.7% en el consumo de energía eléctrica de la carga monofásica total de IMPLAGSA. De igual manera, aplicando esta opción a las demás áreas de la empresa sería posible reducir aún más el consumo de energía eléctrica en la mismo; sin embargo, inicialmente los esfuerzos se centran en reducir el consumo de energía de las áreas de mayor consumo para luego implementar los proyectos de mejoras que llevarán a la empresa a un ahorro mayor, los cuales se tratarán en la propuesta de gestión integral de la energía eléctrica.

En cuanto el sistema trifásico de la empresa, aplicar las propuestas planteadas anteriormente mejorará las condiciones de este sistema eléctrico, reduciendo pérdidas por efecto Joule. No obstante, con esto solo se pretende sentar las bases para que con el ahorro obtenido se empiece a realizar la renovación de las instalaciones eléctricas y la sustitución de maquinas trifásicas por otras de mayor eficiencia, lo cual será tratado también en la propuesta de gestión integral de la energía eléctrica.

El ahorro total que se obtiene combinado el ahorro en el sistema monofásico con el ahorro al implementar el sistema de gestión integral, como mantenimiento a los equipos, uso racional de los equipos por parte de los operarios y la programación del uso de las maquinas mas grandes, nos generó un 9.84% en el consumo de electricidad en la empresa.

ANALISIS Y DESARROLLO



CAPITULO III: METODOLOGIA DE GESTION DE LA ENERGÍA ELECTRICA

Objetivos

Proponer procedimientos de gestión de la energía eléctrica en la empresa que promuevan su uso racional y eficiente.

Integrar los resultados del diagnóstico y la evaluación técnica de las instalaciones y equipos de la empresa con los métodos de gestión sugeridos en una propuesta metodológica para la gestión integral de la energía eléctrica.

Introducción

Se define la Gestión Integral de la Energía como un conjunto de procedimientos estructurados que permiten la materialización y planteamiento continuo de metas y objetivos en cuanto a eficiencia energética, la cual se pretende lograr a través de la participación activa de los trabajadores (en general) en relación a la tecnología y los procesos de gestión o procesos administrativos (Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.3). No obstante, hablar

de eficiencia energética la cual es considerada en círculos especializados como el quinto combustible¹⁵ nos aclara un poco más el propósito de la Gestión Integral de la Energía (GEI), ya que esta es la razón y meta que tiene por defecto la misma Gestión.

La eficiencia energética es aquella que tiene como tendencia la instalación de Negawatts envés de Megawatts. Esto quiere decir que a diferencia de instalar más plantas de generación de energía eléctrica para poder suplir las demandas del creciente mercado competitivo de productos y servicios, lo cual tiene como subproductos gases de invernadero y contaminación al medio ambiente, se prefiere más bien la utilización de métodos, prácticas, tecnologías y alternativas de generación renovable que tengan como subproductos solamente la reducción de costos energéticos y el incremento de la competitividad. De esta manera, la emisión de gases de efecto invernadero se reduce al igual que la contaminación del medio ambiente, creando una cultura de uso eficiente de los recursos existentes. (Oak Ridge National Laboratory, 2004, p.1-2)

Por lo tanto, la GEI no es más que adoptar la cultura de instalar Negawatts en industrias, empresas y compañías para obtener un mejor aprovechamiento del recurso energético dentro de las mismas, lo cual provocará una mayor competitividad dentro del mismo sector tanto como la instauración de una cultura de ahorro energético dentro de los trabajadores del mismo. Esto es debido a que esta GEI se centra en la mejora técnica de la infraestructura (tanto en instalaciones eléctricas como civiles) que ayuden a este propósito al igual que en la administración correcta de los recursos (generados y a utilizar) y su mejoramiento constante.

En otras palabras, no es posible obtener ahorros significativos en el sector industria sin tener un control sobre los mismos, tanto técnicamente como administrativamente, ya que ambas partes son participes y miden el impacto y

¹⁵ Entes como la Agencia Internacional de Energía y El Instituto Global McKinsey (EUA) piensan que la Eficiencia Energética puede ayudar a satisfacer la creciente demanda de energía tanto como el carbón, el petróleo o el uranio. Artículo The Elusive NegaWatt, extraído de The Economist.([http:// www.economist.com/node/11326549](http://www.economist.com/node/11326549))

mejora que estos ahorros (conseguidos mediante mejoras e inversión) significan para la empresa. Por tal razón, es necesario introducirse en la parte administrativa de IMPLAGSA y proponer medidas y cambios para que exista una mejora continua en la misma con la cual se puedan alcanzar sus planes futuros (ver capítulo I).

Estructura del Modelo de Gestión Energética

El Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE) se encuentra formado por tres etapas consecutivas cuyo objetivo final es que la empresa alcance una cultura energética-ambiental que puede ser verificada mediante el aumento de la productividad y la competitividad al mismo tiempo que se reduce el impacto ambiental en una visión de desarrollo energético sostenible (Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.25). Estas etapas son las siguientes:

- Decisión Estratégica
- Instalación del Sistema de Gestión
- Operación del Sistema de Gestión

Cada una de estas etapas se encuentra compuesta a su vez por un conjunto de actividades que proporcionan condiciones más favorables al momento de llevar a cabo la implementación del MGIE debido a la versatilidad de realizar grandes tareas mediante el seccionamiento de las mismas en varias mas reducidas y sencillas relativamente. Cada etapa y sus respectivas actividades se explican y describen de manera general a continuación.

Decisión Estratégica

La decisión estratégica en el MGIE se basa en el establecimiento de compromisos y metas por parte de la gerencia de la empresa para la asignación de recursos necesarios en la implementación del MGIE, al igual que la inserción del mismo modelo en la organización de la empresa. Esta inserción del MGIE dentro de la organización de la empresa se realiza debido a que, desde el punto de vista de eficiencia, no es suficiente reducir el consumo de energía eléctrica

solo utilizando tecnología de alta eficiencia combinada con la sustitución de portadores primarios por fuentes de energía renovables, es necesario también concientizar a los trabajadores de toda la empresa (en todas las áreas) acerca del uso mas adecuado y racional de la energía eléctrica, lo cual fomentará la instalación de una cultura energética entre los mismos.

Además, en esta etapa también se identifican la situación o estado actual de la empresa, sus metas globales, rendimiento, ventas, utilidades y el impacto de su productividad al igual que el impacto que causa hacia el medio ambiente. Por lo tanto, la secuencia de actividades que esta etapa sigue son las siguientes:

- Caracterización de la empresa: Realizada en el primer capítulo de este trabajo, presenta el estado de las instalaciones, los horarios de trabajo, la cantidad de trabajadores y el tipo de trabajo que desempeña la IMPLAGSA.
- Compromiso de la alta dirección: Este compromiso debe realizarse una vez completada la propuesta del MGIE adecuada para la empresa. No obstante, la misma meta por reducir el consumo de energía eléctrica en IMPLAGSA por parte del gerente supone un compromiso basado en el interés de producir más utilidades empleando menos energía eléctrica, lo cual junto con los planes futuros de la misma (ver Capítulo I) reflejan el interés de la alta dirección por un modelo de este tipo.
- Alineación de la estructura de la empresa hacia el uso racional de la energía: Se refiere a los cambios tanto organizacionales como operativos que requiere la implementación de este modelo. Los mismo son tratados en este capítulo en la siguiente sección de procedimientos de gestión de la energía
- Validación y actualización de la estructura organizativa actual de la empresa: Una vez vistos y explicados los cambios que la empresa tiene que experimentar, es posible tomar la decisión de hacer los

movimientos e inclusiones respectivas para el buen funcionamiento de este modelo.

Instalación del Sistema de Gestión

La segunda etapa del MGIE contempla la instalación del mismo tanto desde el punto de vista de infraestructura (remodelación de las instalaciones, sustitución de equipos, aprovechamiento de los recursos naturales, etc.) como desde el punto de vista organizacional (medidas de uso eficiente, concientización del personal, registros de desempeño, etc.).

Las actividades que involucra esta etapa se mencionan y describen brevemente a continuación:

- Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión: Estos indicadores reflejan el comportamiento y efectividad del sistema propuesto. En ellos, es necesario incluir encuestas periódicas a los trabajadores para evaluar el confort brindado a los mismos al emplear nuevas tecnologías (focos solares por ejemplo), medidas de los niveles de iluminación en los diferentes ambientes, medidas del aumento o descenso de la cantidad de proyectos que ejecuta la empresa en temporadas altas y ahorros obtenidos con la implementación del sistema y nuevas tecnologías en la empresa (entre otros que un grupo de eficiencia pueda establecer)
- Identificación de las variables de control por centros de costo y áreas de gestión organizacional: La identificación de las áreas de mayor consumo en IMPLAGSA y sus problemáticas principales fue realizada en el diagnóstico desarrollado en el primer capítulo de este documento. Esta identificación ayuda a abordar los problemas más importantes que presenta actualmente la empresa para luego abordar aquellos que no requieren de tanta atención por el momento, pero que si se tienen que atender en el proceso de mejora continua de la empresa.

- Identificación de acciones correctivas, de control de eventos procedimientos operacionales y de gestión y proyectos de uso racional de la energía: Esta identificación se realiza en el segundo capítulo de este documento, donde se proponen soluciones a las problemáticas que presenta cada área de mayor consumo en IMPLAGSA. De igual manera, se proponen procedimientos para la operación de máquinas de gran consumo (plegadora y cizalla) y una forma de arrancar las maquinas del taller de producción de manera que se eviten picos de carga.
- Definición de los sistemas de monitoreo: Los sistemas de monitoreo estarán a cargo del grupo de personas en el área de mantenimiento (cuyas funciones se explican más adelante en este capitulo), los cuales estarán basados en mediciones periódicas de los parámetros principales de las máquinas ubicadas en los distintos talleres de la empresa y chequeo y registro mensual del consumo de energía eléctrica en las áreas de mayor consumo y la empresa en general, entre otros, que el mismo departamento considere necesario para medir el buen desempeño de la empresa.
- Diagnóstico energético: El diagnóstico energético de las áreas de mayor consumo se realizó con un analizador de redes trifásico (ver en primer capitulo), por lo que de igual manera se puede seguir realizando en la empresa con este equipo (ya sea alquilándolo o comprándolo). De esta manera, se pueden reconocer fallas en el sistema y ayuda a la revisión y registro del consumo mensual de la empresa (sistema de monitoreo mencionado anteriormente)
- Identificación de oportunidades, soluciones y medidas de uso eficiente de la energía: Esta identificación se refiere a todos esos puntos en donde es posible obtener un ahorro de energía que favorezca a la empresa. En el segundo capitulo de este trabajo, las oportunidades de ahorro están en el sistema de iluminación, sistema de climatización y en la utilización más racional de las máquinas en

los diferentes talleres que componen la empresa. Las propuestas para obtener un ahorro en cada uno de estos puntos también se aborda en el mismo segundo capítulo.

- Preparación del personal: Esta preparación comprende las diferentes formas de concientización hacia los trabajadores de la empresa que ayuden a crear una cultura de uso racional de la energía eléctrica. La misma debe ser planificada por un grupo de eficiencia energética en conjunto con la gerencia de la empresa, en las cuales se debe abordar el uso adecuado de equipos de oficina (aires acondicionados, lámparas, computadoras, dispensadores de agua, etc.) y las medidas que tomara la empresa para que estas se cumplan dentro de la misma.
- Implementación y seguimiento: Se refiere a la constante implementación y la planeación de mejora continua en la empresa, obteniendo como meta menos consumo de energía y más competitividad por parte de la empresa.
- Documentación: La documentación de este tipo de modelo de gestión energética es necesaria ya que establece los objetivos y mecanismos a utilizar en la empresa para el uso adecuado de la energía eléctrica, al igual que es un medio para dar a conocer lo que el mismo plantea a los trabajadores actuales o futuros de la empresa.

Operación del Sistema de Gestión

La última etapa de este Sistema consiste en la correcta operación y seguimiento del mismo. Sin embargo, debido a que en este documento solo se presentan la propuesta de implementación de este sistema, llevar un seguimiento de la operación del mismo no es posible ya que se encuentra fuera de los límites de este trabajo.

Las actividades a realizar en esta etapa se mencionan a continuación para conocer de forma general lo que implica la misma:

- Seguimiento y divulgación de indicadores
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación
- Implementación de programas y proyectos de mejora
- Implementación del plan de entrenamiento y evaluación del personal
- Chequeos de gerencia
- Ajustes del sistema de gestión
- Evaluación de resultados

Una vez descrita la estructura del MGIE, es necesario mencionar y explicar los procedimientos a llevar cabo en la empresa y una metodología sencilla a seguir en la planeación actual y futura de proyectos de mejora en la misma que sigan con la misma meta de aumentar la competitividad y reducir el consumo de energía eléctrica.

Procedimientos de Gestión de la Energía Eléctrica

Hasta este punto, la forma en que opera actualmente IMPLAGSA indica la falta de un modelo de Gestión de la Energía que oriente a la empresa a reducir sus costos energéticos de forma continua, tratando así de incrementar su nivel de productividad y competitividad, por lo cual se propone la implementación del MGIE en la misma. Este modelo se basa en un conjunto de procedimientos y actividades diseñadas para integrarse al modelo de gestión organizacional de la empresa que sirven para la implementación y operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.10), los cuales en el caso particular de IMPLAGSA servirán para llevar un control de las actividades a realizar en pro del desempeño eficiente (energéticamente hablando) de la misma, al igual que la planeación continua de mejoras en la misma en busca de una mayor eficiencia que conlleve a una mayor competitividad de la empresa. En otras palabras, la implementación de un MGIE

en la empresa representa una herramienta importante para llegar a reducir el consumo de energía actual en la empresa.

Adicionalmente, este modelo de Gestión esta basado por lo general en el Ciclo PVHA (planear, verificar, hacer y actuar) desarrollado por el Señor William Deming, el cual se centra en la filosofía de la superación y mejora constante de lo que se hace en una empresa (Guillen, 2006, p.32). Por tal razón, involucrar la parte administrativa dentro del mundo de la eficiencia energética de la empresa es de gran importancia, ya que si bien el monitoreo técnico de las actividades a realizar en cada tarea dispuesta para la mejora del aprovechamiento del recurso energético en la empresa es vital, también lo es el registro de gastos realizados, de beneficios monetarios obtenidos (o a obtener) y la proyección de nuevas actividades para continuar con esta mejora en base al desempeño de la tarea anteriormente realizada. Esto indica que un departamento de mantenimiento dentro de una empresa (el cual no existe actualmente en IMPLAGSA) no es suficiente para llevar a cabo todas las mejoras que se pretenden realizar en la empresa, es necesario entonces que exista un departamento de eficiencia visto desde el punto de vista administrativo que trabaje en conjunto con el departamento de mantenimiento para la planeación, ejecución y mejora de la misma.

Dicho lo anterior, es necesario que en IMPLAGSA se lleven a cabo una serie de actividades y procedimientos para empezar con la tarea de alcanzar un nivel de eficiencia energética en sus instalaciones eléctricas que le permita ser más competitiva en el mercado del sector metal-mecánica del país. Por esto, se enumeran a continuación una serie de actividades necesarias a realizar en IMPLAGSA para incrementar el desempeño de sus instalaciones (tanto funcional como energético):

- Identificación y solución de situaciones o equipos causantes de consumo de energía eléctrica innecesaria o de manera no eficiente (Capítulos I y II)

- Formación de un departamento de mantenimiento multidisciplinario que asista técnicamente a la empresa y de seguimiento a las actividades de ahorro energético en la empresa
- Institución de un grupo de eficiencia energética que en conjunto con el departamento de mantenimiento se dediquen a la planeación y materialización de metas y objetivos en cuanto al ahorro tanto de energía eléctrica consumida como de recursos monetarios generados por este ahorro.
- Implementación de las soluciones propuestas para las problemáticas encontradas
- Planeación de mejoras (tanto en obra civil como en el sistema eléctrico) en la empresa que permitan aumentar la eficiencia y desempeño de la misma

Estas actividades se desglosan seguidamente para un mayor entendimiento de la misma, incluyendo en el mismo desglose la forma de realizar la tarea y los procedimientos (o subtareas) para alcanzar la misma. Es importante mencionar que estas subtareas pueden cambiar a medida que se desarrolle la actividad, por lo que los procedimientos aquí planteados son solo propuestas también.

Identificación y solución de situaciones o equipos causantes de consumo de energía eléctrica innecesaria o de manera no eficiente

La identificación de estas situaciones o equipos, que en este caso fueron áreas, fue realizada en el primer capítulo de este documento en el cual se llevó a cabo un diagnóstico actual de IMPLAGSA logrando encontrar de esa manera las área de mayor consumo de la misma, las cuales se enumeran y describen en el mismo capítulo. De igual manera, una serie de soluciones para las problemáticas encontradas en cada área son propuestas en el capítulo II de este mismo documento, con las cuales se pretende obtener un ahorro significativo en

la empresa (41.7% en la parte monofásica y a corroborar con mediciones en la parte trifásica).

No obstante, debido a que son muchos los equipos y actividades propuestas en el capítulo II, no es posible implementarlas todas al mismo tiempo debido a la cantidad de dinero que esto implicaría. Por lo tanto, es necesario planear cada actividad por separado y en orden de prioridad para su ejecución, lo cual nos sugiere empezar con la implementación de tecnologías propuestas para el sistema trifásico (Talleres de Producción y Soldadura) ya que es el más propenso a fallas y consumo innecesario actualmente. De esta manera, la planeación puede seguir la siguiente secuencia:

- Planeación de instalación de transformador para el sistema de distribución en 480V de la empresa.
- Planeación del diseño y construcción del sistema de tierra para el sistema eléctrico total de IMPLAGSA
- Planeación de sustitución de aires acondicionados existentes en el área de administración y contabilidad de la empresa
- Planeación de sustitución y rediseño del sistema de iluminación en las áreas propuestas y evaluadas en el capítulo II (Incluir aquí las técnicas para iluminación de la Arquitectura Bioclimática)
- Planeación y estudio del acomodo de carga para el arranque de las máquinas existentes en el taller de producción

Es necesario mencionar aquí que se habla de planeación ya que la misma incluye tiempos de ejecución, recursos a utilizar y desglose de tareas a realizar, lo cual se aborda mas adelante en este capítulo en la propuesta de metodología para la implementación del Sistema de Gestión Energética en IMPLAGSA.

Sin embargo, se puede observar en esta parte que es necesario que la empresa posea personal disponible y capacitado para este tipo de tareas (planificación), lo cual presume la necesidad de formar un departamento de mantenimiento que apoyado a un departamento de eficiencia energética (el cual

estará ubicado en la parte administrativa de la empresa) sea capaz de llevar a cabo todas las tareas pertinentes a esta etapa y en la etapa de ejecución, para luego poder evaluar el desempeño de las soluciones propuestas y verificar si las metas u objetivos planteados son alcanzados al ir implementando de manera progresiva cada una de estas soluciones en las áreas de mayor consumo. Ambos departamentos deben de ser formados antes de la planeación y ejecución de cada una de las soluciones propuestas para de esta manera poder tener un control y registro de los recursos a utilizar en cada una de ellas al igual que el seguimiento de las tareas mismas que implica cada propuesta a implementar. Por lo tanto, es necesario abordar la formación de ambos departamentos y presentar los beneficios que ambos pueden traer a la empresa siendo implementados en la misma.

Formación de un departamento de mantenimiento multidisciplinario

Es evidente (según lo descrito hasta el momento) que IMPLAGSA no se encuentra preparada actualmente para llevar a cabo el tipo de cambios que se requieren, tanto técnicos como organizativos, para alcanzar un nivel de eficiencia energética favorable para la empresa en general. Por lo tanto, es de mucha importancia que la misma posea un departamento encargado de realizar las evaluaciones y análisis técnicos pertinentes a cada proyecto a ejecutar en pro de disminuir el consumo de energía eléctrica, lo cual genera la necesidad de formación de un departamento de mantenimiento multidisciplinario.

El objetivo de que el mismo sea multidisciplinario es porque de esa manera el departamento será capaz de ejecutar o supervisar tareas de distintas ramas, como lo pueden ser análisis de diagramas unifilares de distribución de energía primaria y secundaria, análisis o elaboración de censos de carga de energía, revisión y elaboración de flujograma del proceso productivo, mediciones periódicas del desempeño de las máquinas de la empresa, elaboración de acomodos de carga en los distintos talleres y elaboración y planeación de un

programa de mantenimiento y plan estratégico de mejoras para la empresa (Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.18).

Descrito lo anterior, se puede observar que una simple persona (que es lo que actualmente se maneja en la empresa) dedicada a resolver solo una parte de los problemas (los eléctricos) que presenta IMPLAGSA no llena los requerimientos del plan de gestión de energía eléctrica que se quiere implementar. Es necesario por lo tanto un grupo de personas que puedan hacerse cargo de la variedad de situaciones que se presentan en la empresa de manera más eficiente y coordinada, el cual puede contar con una persona dedicada al área eléctrica (la que ya existe en la empresa), otra persona dedicada al área mecánica de la misma, una persona encargada de gestionar los repuestos o recursos necesarios para reparaciones o actividades de mantenimiento, una persona encargada de la planeación y seguimiento de un plan de mantenimiento elaborado en conjunto por el mismo departamento de mantenimiento y una última persona que se encargue de coordinar todas las actividades llevadas a cabo por este departamento y que este en constante contacto las líneas administrativas de la empresa. Esta última actividad se realiza con el objetivo de conocer cómo cada actividad desarrollada para aumentar el desempeño de la empresa en cuanto a consumo de energía eléctrica tiene un impacto en la parte monetaria de la empresa.

No obstante, es evidente la importancia de la existencia de un personal dentro de la parte administrativa de IMPLAGSA que desempeñe la actividad descrita anteriormente, por lo que un grupo de eficiencia energética colocada en la misma parte administrativa es una opción que podría resolver este inconveniente.

Institución de un grupo de eficiencia energética

Como mencionado al inicio de este capítulo, la gestión integral de la energía pretende involucrar a todos los trabajadores de la empresa para crear

una cultura de eficiencia energética que ayude a obtener el mismo objetivo. Por lo tanto, un grupo de eficiencia energética dentro de la empresa en constante contacto con la gerencia de la misma ayudaría a establecer los compromisos de tiempos, tareas y reducciones de costo, definiría los requisitos, alcances y objetivos de cada proyecto de mejora en la empresa y establecería los compromisos generales de la gerencia durante la planeación y ejecución de cada proyecto (Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.17).

De esta manera, se puede observar que formando un grupo de eficiencia energética la medición del desempeño de cada proyecto y la evaluación de proyectos futuros en base al desempeño de los anteriores será más efectiva y tendrá un impacto mas directo dentro de la administración de la empresa, lo cual es de mucha importancia ya que de esa manera los altos mandos pueden reconocer que los esfuerzos realizados generan ganancias y de esa manera conseguir que la mejora continua se de sin contratiempo ni obstáculos.

Además, valiéndose de herramientas como informes técnicos, resúmenes ejecutivos, reuniones técnicas (con departamento de mantenimiento) y ejecutivas (con las gerencias de la empresa) y actas de inicio y finalización de cada actividad, tarea o proceso llevado a cabo en pro del mejor desempeño de la empresa, el grupo de eficiencia energética jugará un papel muy importante de planeación, asignación de recursos y ejecución de los proyectos de mejora continua en la infraestructura de la empresa.

Implementación de las soluciones propuestas para las problemáticas encontradas

Como mencionado en párrafos anteriores, la cantidad de soluciones propuestas en el capítulo II de este trabajo no es posible llevarlas a cabo de una sola vez debido a la cantidad de dinero que esto representaría. Por lo tanto, es importante pensar en etapas para la correcta planeación y distribución de cada una de estas actividades, al igual que la ejecución de las mismas. Es por esta

razón que se propuso una secuencia para estas actividades que comienza con la instalación del transformador para el sistema de distribución en 480V y culmina con la planeación y estudio del acomodo de carga para las máquinas existentes en el taller de producción en las primeras páginas de este capítulo.

Sin embargo, es importante destacar aquí que sin la existencia de un departamento de mantenimiento y un grupo de eficiencia energética como los mencionados en páginas anteriores el seccionamiento en etapas de las propuestas plasmadas en el capítulo anterior se tornará una tarea mas difícil de manejar por la misma empresa y con un costo probablemente mayor al que podría representar la creación de ambos departamentos.

Por otro lado, volviendo al tema en particular, cada una de estas tareas o actividades se debe de tratar como un proyecto individual, los cuales estarán dentro de un proyecto de mayor envergadura que en este caso seria reducir el consumo de energía eléctrica en IMPLAGSA. Al tratar cada uno de es estos proyectos de manera individual, es posible obtener la materialización de un objetivo o meta especifica establecida para cada proyecto individual que ayude a la materialización del proyecto en general, y de esa manera llevar un seguimiento del proyecto en general a través de sus subtareas, dándonos la opción de poder analizar los recursos empleados y los recursos a emplear en proyectos futuros. Además, es posible conocer como cada solución propuesta se desempeña para cada etapa del proyecto general, proveyendonos de una forma de medir el desempeño gradual del mismo proyecto general. En otras palabras, se puede decir que las soluciones propuestas en el capítulo anterior son una serie de tareas a realizar para poder alcanzar el objetivo general (del proyecto general), el cual es la reducción del consumo de energía en IMPLAGSA.

De igual manera, al indicar cada solución propuesta como una subtarea del proyecto general la asignación de elementos que lleven el seguimiento de la misma será más fácil, y de esa manera habrá una mayor fluidez de la

información obtenida de cada proyecto y por ende una ejecución y puesta en marcha del mismo más eficiente.

No obstante, la ejecución y puesta en marcha de las soluciones propuestas para disminuir el consumo de energía eléctrica en las áreas de mayor consumo son una línea base que marca el inicio para la planeación de proyectos de mejora que sigan contribuyendo a la disminución del consumo de energía en la empresa (como es contemplado por la Gestión Integral de la Energía) no solo en las áreas de mayor consumo, sino en la empresa en general.

Planeación de mejoras

Generalmente, existe una alta tendencia a minimizar, y en algunos casos hasta de omitir, el proceso de planeación de un proyecto o tarea por parte de los ejecutores o equipos encargados del mismo. Sin embargo, hay que recordar que la planeación es una parte integral de cada proyecto y no una actividad separada del mismo (Bock, 2001, p.171). Por lo tanto, especial atención es necesaria tanto para planear cada actividad a desarrollar en cada solución propuesta para disminuir el consumo en las áreas de mayor consumo de IMPLAGSA al igual que en la planeación de proyectos de mejoras.

Por esta razón, el rediseño y construcción del sistema eléctrico general de IMPLAGSA y el reordenamiento de las cargas en sus paneles principales se contemplan como proyectos a futuro. La razón principal que genera que esto se plantee de esta manera es que ambos son proyectos de gran impacto tanto en infraestructura de la empresa como en el presupuesto de la misma, ya que tanto cambiar el cableado y dispositivos eléctricos de la instalación eléctrica de la empresa así como comprar nuevos paneles que presten condiciones adecuadas de protección y funcionamiento más eficiente cuesta mucho dinero. Por lo tanto, de la misma manera que el proyecto general de disminuir el consumo de energía eléctrica debe de ser seccionado en etapas bien planificadas, ambos proyectos mencionados deben de ser seccionados para que su ejecución no afecte la

estabilidad económica de la empresa. Así mismo, la planeación, organización y ejecución de cada subtarea derivada de estos proyectos tendrá que ser realizada por el departamento de mantenimiento en coordinación con el grupo de eficiencia energética. Con la realización de estos proyectos se obtendrá lo siguiente:

- Disminución de las caídas de tensión en las acometidas de gran tamaño existentes en la empresa (tales como la acometida sistema 480V y acometida del taller de reparaciones) así como de las instalaciones en general, ya que la vida útil de sus conductores ha caducado lo cual provoca que el mismo disminuya su desempeño para conducir la corriente eléctrica
- Mayor seguridad a los trabajadores de la empresa con elementos eléctricos que cumplan con las debidas protecciones para el ambiente donde se encuentran y el tipo de trabajo que desempeña en la misma
- Mayor flexibilidad en las instalaciones eléctricas que permitan el crecimiento ordenado y adecuado de la misma a medida que los cambios en la empresa lo amerite
- Optimización de la instalación eléctrica por medio del dimensionamiento correcto de todos los elementos de la misma que conlleven al máximo aprovechamiento del recurso energético

De igual manera, la compra o adquisición de nuevas máquinas que permitan la modernización de IMPLAGSA (uno de los proyectos futuros de la empresa también) representa un proyecto que debe de ser tratado de la misma manera que los anteriores ya que se trata de un proyecto que ayudará tanto a elevar el nivel de competitividad de la empresa prestando nuevos, más rápidos y mejores servicios al igual que aportará en gran manera a la tarea de optimizar el consumo de energía eléctrica en los talleres de IMPLAGSA.

Propuesta Metodológica

La constante mejora de IMPLAGSA dependerá del constante chequeo del desempeño de los elementos involucrados en el proceso de producción de la misma. Sin embargo, a como se mencionó en párrafos anteriores, la planeación es una tarea clave dentro de cualquier proyecto, actividad o tarea que no puede ser pasada por alto. Por lo tanto, es necesario brindar herramientas que sirvan de guía o línea base para el desarrollo de los proyectos (soluciones propuestas) desarrolladas en el capítulo anterior.

Una metodología sencilla se propone a continuación como apoyo en el proceso de desarrollo de proyectos actuales o proyectos futuros que surgirán en el proceso de mejora de la empresa. Ahora, es importante saber que a medida que los encargados (departamento de mantenimiento y grupo eficiencia energética) de llevar a cabo la planeación y ejecución de proyectos se familiaricen con la siguiente propuesta, la misma puede ir siendo adaptado y mejorado para cumplir con las necesidades demandadas por los mismos encargados, y de esa manera tener un desenvolvimiento más adecuado de este proceso.

El reconocimiento de nuevos proyectos y tareas estará en base a las necesidades que la empresa vaya teniendo a medida que la mayoría de los problemas principales vayan siendo resueltos, es por tal razón que llevar un control y registro de los proyectos que se van realizando y el desempeño de los mismos es necesario. Por lo tanto, la forma utilizada para encontrar las áreas de mayor consumo en la empresa obedece a un proceso descrito ya en la *“Guía de Implementación del Sistema Integral de la Energía”* desarrollado por el Ministerio de Minas y Energía de la República de Colombia, y puede ser utilizada para realizar este tipo de tarea. En este caso, una adaptación al mismo proceso fue realizada para que pudiera concordar con el tipo y nivel de desarrollo de la empresa a tratar, por lo que en resumidas cuentas el proceso a realizar posee las siguientes etapas:

- Diagnóstico: El diagnóstico es el proceso a través del cual se analiza un problema identificado o un proyecto de mejora, en este caso en la empresa. Este diagnóstico constara de las siguientes etapas:
 - ✓ Descripción y planteamiento del problema: Expresar de manera clara que es lo que se reclama, requiere o necesita para de esa forma identificar una forma de proceder.
 - ✓ Objetivo de solucionar el problema: Consenso de compromisos pactados entre la parte técnica y la parte administrativa de la empresa para empezar el proyecto
 - ✓ Investigación de las causas del problema: Revisión de manuales, bibliografías, planos que puedan establecer un punto de partido de la causa del problema. Es posible realizar en esta parte mediciones, experimentos (previa y cuidadosamente formulados) y análisis para tener una mayor certeza de estas causas
 - ✓ Conclusión del diagnóstico: Planteamiento de las causas o eventos que provocan el problema y los efectos (tanto inmediatos como proyectados) que este puede ocasionar a la empresa.
- Propuestas de solución: La segunda etapa consiste en que una vez determinado el problema o situación, las causas y los efectos del mismo, es necesario proponer una serie de soluciones que permitan resolverlo en el menor tiempo posible. Este etapa fue realizada en el capitulo II de esta trabajo, y requiere de una cantidad de conocimiento técnico suficiente para conocer y evaluar de manera correcta las soluciones propuestas (una por una) o encontradas para de esa manera identificar la opción más adecuada. En esta parte, es importante poder hacer una evaluación de desempeño de las tecnologías previo a su instalación, por lo que se recomienda algún tipo de simulación (ya sea por medio de un software o una pequeña aplicación desarrollada en la empresa) que permita conocer el

mismo y de esa manera tener una mayor certeza de la solución propuesta.

Una vez realizado esto, es necesario segmentar el proyecto en distintas tareas que permitan alcanzar el objetivo (u objetivos) contraídos entre todas las partes involucradas en el mismo. Para esto, la realización de un árbol de tareas es propuesto, le cual representa una herramienta poderosa para la realización de tareas de planificación y desglose de subtareas de proyectos.

Un árbol de tareas es una forma de planeación de proyectos de arriba hacia abajo, comprendiendo una serie de tareas (las cuales poseen un objetivo específico individual) a realizar para alcanzar la tarea principal, la cual es la que genera el proyecto y por ende el árbol de tareas. Esto puede ser visto también como una jerarquía de tareas, en las cuales las más importantes se sitúan en la parte superior del árbol, y las menos importantes se sitúan debajo; sin embargo, no porque estas sean menos importantes quiere decir que pueden ser pasadas por alto ya que las mismas son necesarias dentro de las actividades para completar el proyecto (Bock, 2001, p.22). La forma de este diagrama es la de un árbol invertido, en donde el tallo re presenta la tarea principal o la razón del proyecto y las hojas del árbol representan las subtareas generadas de la misma. Esto se muestra en el siguiente diagrama:

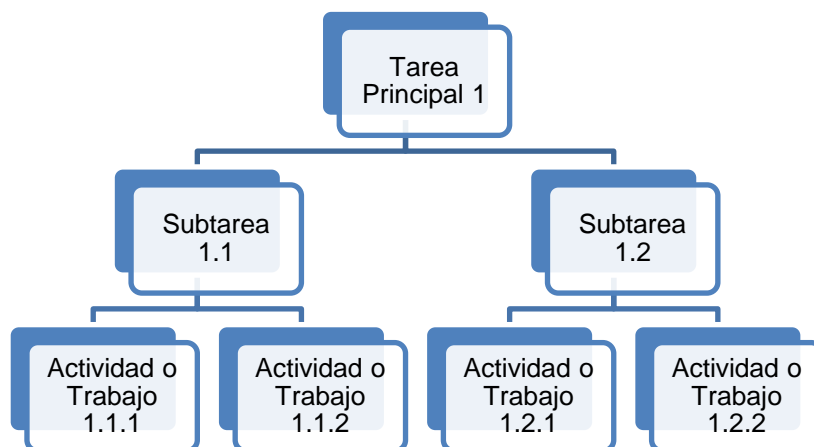


Diagrama 3.1. Arbol de Tareas

Es importante mencionar aquí que aun los proyectos más pequeños poseen subtareas, las cuales tiene que ser reflejadas para el correcto manejo y control de los proyectos tanto por la parte administrativa como por la parte técnica de la empresa. Además, la cantidad o número de niveles que este diagrama presente no revela la complejidad o tamaño del proyecto, simplemente revela la cantidad de detalle brindado por el mismo. De esta forma, la información relevante para las partes administrativas puede representar un árbol de tareas no tan específico como el que necesitaría el departamento técnico o de mantenimiento (en cuanto a actividades), simplificando de esta forma la información que cada quien requiere (Bock, 2001, p.24).

No obstante, al igual que es necesario conocer las distintas tareas y subtareas a realizar en un proyecto, es importante también conocer la asignación de recursos y tiempo para cada una de ellas y del proyecto en general. Por esta razón, la utilización de un cuadro de etapas (Milestone Chart) es de mucha importancia en la planeación de este tipo de tareas. Este tipo de herramienta vital para la planeación de proyectos es proporcionada en paquetes de software como Microsoft Project o Microsoft Excel, y la inclinación por una u otra estará en dependencia de la empresa o los encargados de la planeación de los proyectos (Bock, 2001, p.29-31). Se presenta a continuación un ejemplo:

		Periodo en Horas							
Tarea		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00
		9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00
Tarea Principal 1									
	Subtarea 1.1								
	Actividad 1.1.1								
	Actividad 1.1.2								
	Subtarea 1.2								
	Actividad 1.2.1								
	Actividad 1.2.2								

Cuadro 3.1. Cuadro de Etapas

De esta manera es posible llevar el control necesario de las tareas y recursos de cada proyecto en la empresa, además de una proyección del tiempo de ejecución de las mismas, la cual puede ir siendo modificado en la medida que vaya siendo necesario. Es importante mencionar además que la información plasmada tanto en los arboles de tareas como en los Cuadros de Etapas es muy importante para informes parciales o totales de proyecto requeridos por gerencias o alguna organización que trabaje en conjunto con la empresa en cualquier de ellos.

Conclusión

Para concluir esta parte, es necesario señalar que el modelo y sistema de Gestión Integral de la Energía poseen procedimientos y estructuras más complicadas que las que se describen anteriormente. Sin embargo, por ser una herramienta aplicable a todo tipo de empresa independientemente de su nivel de desarrollo, este trabajo propone estructuras, procedimientos y métodos sencillos para la ejecución de las mejoras en IMPLAGSA. Cabe aclarar también que los mismos son propuestas para la empresa y depende de la misma la aplicación de ellas, al igual que dependerá de ella los criterios de selección del personal para la formación de los departamentos mencionados en este capítulo.

De la misma manera, la planificación de cada proyecto depende de la disponibilidad que tiene la empresa para realizarla, por lo que el seccionamiento del proyecto “Reducción del consumo de energía eléctrica en la empresa” en pequeños proyectos también dependerá de la decisión de la misma.

No obstante, el modelo de gestión energética propuesto aquí (aunque bastante sencillo) requiere de la inversión de dinero para contratación de nuevos trabajadores y nuevas áreas de trabajo, por lo que el mismo también incurre en un gasto para la empresa que, dicho sea de paso, será permanente si lo que quiere la empresa es la mejora continua. Por tal razón, la empresa establecerá el monto a pagar para los puestos a crear y por ende el presupuesto para en

general para esta actividad ya que depende de ellos un análisis financiero de esto que genere la decisión más correcta a tomar.

ANALISIS Y DESARROLLO



CAPITULO III: EVALUACION FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS

Objetivo

Realizar una evaluación financiera de las propuestas de aplicación de tecnología y equipos de alta eficiencia en las instalaciones eléctricas de IMPLAGS.A.

Introducción

Debido a que toda actividad empresarial debe de justificarse económica y financieramente, es necesario conocer siempre la rentabilidad de estudios y proyectos energéticos. Además, es siempre importante realizar un reconocimiento de la inversión a efectuar y el ahorro o mejoras a obtener con esta, por lo que los proyectos generalmente incluyen una serie de cálculos económicos o financieros para evaluar y obtener estos datos. Por lo tanto, determinar cual es el monto de los recursos económicos necesarios para realizar el proyecto, su costo total de operación al igual que una serie de

indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto se considera una evaluación financiera o económica (Baca, 2006, p.168).

Por otro lado, un aspecto muy importante a señalar dentro de las evaluaciones económicas de los proyectos es que estas son una herramienta de planeación cuyos datos reflejados en ella, aunque sean sometidos a redondeos o aproximaciones, son obtenidos a través de un riguroso proceso de cálculo. Esto quiere decir que al realizar un flujo financiero para un proyecto o una actividad se debe tratar de proyectar el futuro, por lo que los datos mostrados en él no deben de ser cifras exactas ya que no hay forma de predecir con exactitud el mismo. Por esto, es necesario entender que al hacer redondeos en las cifras no afecta en lo absoluto la evaluación y no viola ningún principio contable ya que aquí no se trata de controlar las cifras del proyecto porque significaría querer controlar de esa misma forma el futuro (Baca, 2006, p.169).

Así, siempre que exista una necesidad humana en cuanto bienes, servicios, calidad o confort existirá la necesidad de invertir, ya que hacerlo es la única forma de obtener lo que se necesita tanto a niveles individuales como a niveles empresariales o sociales. Sin embargo, es claro que las inversiones no se realizan simplemente por el deseo de obtener únicamente lo mencionado, hoy en día una inversión requiere de una base que lo justifique y que al mismo tiempo indique la pauta o pautas que deben seguirse (Baca, 2006, p.2).

Generalidades de las Evaluaciones Financieras

Para la ejecución de cualquier proyecto, existe la necesidad de una inversión inicial con la cual se pueda ser capaz de adquirir todos los elementos necesarios para esta actividad. Estos elementos, desde el punto de vista financiero, se denominan como activos fijos o tangible y activos diferidos o intangibles.

Según Gabriel Baca Urbina, en su libro *“Evaluación de Proyectos”* (5ta Edición), los activos tangibles o fijos son todos aquellos bienes que se pueden tocar y de los cuales la empresa no puede prescindir tan fácilmente porque ocasionaría problemas en las diferentes actividades de la misma, tales como edificios, maquinaria, mobiliario, herramientas, etc.; mientras que los activos intangibles o diferidos están conformados por todos aquellos bienes de propiedad que la empresa necesita para funcionar, los cuales abarcan diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, contratos de servicios, etc. Por lo tanto, se puede decir que todos los equipos a utilizar para reducir el costo de la factura de energía eléctrica en IMPLAGS.A. representa activos tangibles para la empresa; y que por otro lado, la documentación, implementación y herramientas de gerencia de energía brindadas a la empresa a través de la propuesta de un Modelo de Gestión Integral de la Energía Eléctrica representan activos intangibles para la misma.

Adicionalmente, como ha sido mencionado en el capítulo anterior de este trabajo, la planeación de un cronograma de inversiones es necesario y de gran importancia también. Este cronograma de inversiones se realiza con el propósito de tener un mejor control y planeación del dinero a destinar para el (o los) proyectos, contando de esta manera con tiempos y montos específicos de inversión y un programa de instalación de equipos o realización de actividades según sea el caso. Esta planeación se realiza simplemente construyendo un diagrama de Gantt, en el que se toman en cuenta los plazos de entrega de los equipos, la instalación de los mismos y su puesta en marcha, permitiendo de esta forma calcular el tiempo apropiado para capitalizar estos equipos o registrarlos en libros contables como activos fijos o tangibles de la empresa.

Sin embargo, la capitalización de los bienes de una empresa además de registrar los activos en forma contable para la misma, sirve también para establecer un punto de partida para la depreciación, término a través del cual se establece la pérdida de valor que los bienes van sufriendo debido a su tiempo de

utilización. No obstante, la depreciación es aplicable únicamente a activos tangibles o fijos, por lo que para activos intangibles o diferidos se utiliza la amortización, el cual es un término que posee la misma connotación aunque en este caso el tiempo no degrada el valor de los activos intangibles sino que se paga un cargo anual para recuperar la inversión realizada en el activo intangible.

Por otro lado, además del costo que representan los activos fijos e intangibles a adquirir para llevar a cabo un proyecto, existen otros tipos de costos necesarios dentro de las evaluaciones financieras, los cuales son:

- Costos de mano de obra: Se refiere al costo de todo el personal que intervendrá en la planeación y ejecución del proyecto
- Costos por combustible: Cualquier tipo de combustible utilizado para llevar a cabo algún proceso del proyecto, tales como gas, diesel, gasolina, etc.
- Costos por mantenimiento: Se debe decidir si esta actividad se llevara a cabo por personal interno o externo a la empresa. Indistintamente, las herramientas y el personal a contratar estará en dependencia del tipo de mantenimiento a realizar
- Costos financieros: Este tipo de costos se refiere a los intereses a pagar debido a la utilización de capitales obtenidos en calidad de préstamos (Créditos Bancarios).
- Otros costos: Estos están relacionados a elementos o situaciones imprevistas que se pueden dar en la ejecución de cualquier proyectos, tales como compra de dispositivos de protección para los trabajadores, compra de detergentes para limpiar, compra de refrigerantes, etc. Sin embargo, algunas veces su costo es tan pequeño en relación con los otros tipos de costos que no es necesario detallarlos.

No obstante, antes de toda inversión siempre existe en la mente del inversionista una tasa de ganancia sobre la inversión a realizar. Tal tasa de

ganancia es llamada la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), la cual tiene su referencia en el índice inflacionario vigente en el país y cuya función es mantener el valor del dinero a lo largo del proyecto. Así, si la inversión gana un rendimiento igual al índice inflacionario (por así decirlo) entonces la misma mantendrá su poder adquisitivo, disminuyendo el riesgo por depositar su dinero en determinada inversión. Pero si la inversión gana más dinero que el índice inflacionario, el dinero de la inversión crece y empieza a tener un rendimiento positivo para el inversionista, al cual se le denomina premio al riesgo ya que el inversionista siempre arriesga su dinero. Por lo tanto, el significado de la TMAR es el porcentaje que el inversionista quiere obtener por arriesgar su capital, el cual se encuentra entre un 10 y 15% para considerarse como tal. Sin embargo, este porcentaje puede ser establecido mediante condiciones necesarias para fijar el valor del mismo, las cuales deben de ser muy bien consideradas por el inversionista en dependencia del tipo de proyecto a ejecutar.

De la misma forma, al igual que la TMAR, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de rendimiento (TIR) son datos necesarios para tomar decisiones correctas al momento de llevar a cabo un proyecto e invertir dinero en él. El VPN es “el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca, 2006, p.221) y funciona de la siguiente manera:

- Si el valor del $VPN > 0$: La inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida (TMAR), lo cual se traduce en altas probabilidades de una aceptación del proyecto.
- Si el valor del $VPN < 0$: La inversión producirá ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (TMAR), lo cual se traduce en altas probabilidades de un rechazo del proyecto.
- Si el valor del $VPN = 0$: La inversión no produce ni ganancias ni pérdidas, lo que lleva al inversionista a buscar otros criterios de aceptación para el proyecto.

Como se puede observar aquí, es importante establecer una TMAR adecuada ya que la decisión a tomar en base al VPN encontrado para un proyecto estará basada en ese valor establecido en la TMAR.

Por otro lado, TIR “es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca, 2006, p.224), lo cual se refiere a la suposición de que el dinero obtenido cada año en la empresa es reinvertido en su totalidad. Por lo tanto, si la TIR es mayor que la TMAR, el proyecto es aceptado y la inversión se da debido a que el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, por lo que la inversión será económicamente rentable.

A como se puede observar, tanto el VPN como la TIR ayudan a tomar una decisión en cuanto a la rentabilidad de un proyecto o inversión. Sin embargo, la aplicación de la TIR no resulta adecuada cuando en una empresa o proyecto se dan pérdidas en determinados periodos debido a la naturaleza de la misma(o), por lo que se recomienda utilizar el VPN en este y cualquier tipo de casos ya que no posee esa tipo de desventajas.

Presupuesto Estimado para el Proyecto

Una vez descrita de manera general los elementos y actividades que involucran una evaluación financiera, es importante establecer acá la información necesaria para realizar la evaluación del proyecto en desarrollo. No obstante, es necesario mencionar que el orden de ejecución de los proyectos establecidos en el capítulo anterior no se puede seguir para llevar a cabo esta evaluación (más adelante se presentan escenarios donde las soluciones propuestas se llevan a cabo de forma individual y como un proyecto en general). Desde el punto de vista técnico, un sistema eléctrico de gran confiabilidad y seguridad debe de ser brindado a través de la instalación de un transformador que establezca los voltajes del sistema de distribución en 480V y de la instalación de un sistema de tierra que brinde seguridad y estabilidad de los voltajes del

sistema eléctrico en general; sin embargo, debido a que no fue posible conocer el posible ahorro energético a obtener a través de la ejecución de estos proyectos, el orden de ejecución para esta evaluación financiera comenzará con las soluciones propuestas en los sistemas de iluminación y climatización, en los cuales si fue posible conocer el posible ahorro a obtener. Si bien es importante desde el punto de vista tener una instalación estable, la prioridad desde el punto de vista financiero esta en saber la rentabilidad del mismo y de donde saldrá el dinero para pagar esa inversión, razón que genera el cambio mencionado.

Una vez mencionado este cambio, es necesario conocer el origen de los ingresos que pagarán la inversión del proyecto o proyectos individuales a llevar a cabo en IMPLAGS.A., los cuales están referidos al dinero ahorrado a través de la disminución de la cantidad de energía consumida en la empresa. **Este ahorro en energía fue estimado en el segundo capítulo de este trabajo, el cual es de 985.93 kW/h mensuales en promedio, generando este mismo un ahorro monetario anual de 2,517.67 Dólares.** Este monto fue calculado tomando en cuenta el tipo de tarifa energética que posee la empresa, la cual es TD-4 o Tarifa Binómica sin Medición Horaria Estacional para consumidores categoría Industrial Mediano en la que todos los kW consumidos tienen un costo de 3.9687 Córdobas, y convertido a Dólares americanos tomando en cuenta un tipo de cambio de 23.5 Córdobas por cada Dólar. Sin embargo, es importante mencionar aquí que el costo de cada kW para el tipo de tarifa que establecida para IMPLAGSA ha ido incrementando, por lo que para obtener la cifra de 2,517.67 Dólares se utilizó un valor por kW de 5 Córdobas (según ultimas facturas revisadas de la empresa).

Por otro lado, es necesario mencionar también que debido a que mostrarán escenarios de inversión tanto de proyectos individuales como del proyecto en general, es necesario tener conocer cómo se pagaría cada proyecto individual por lo que la siguiente tabla nos muestra los ingresos de proyectos individuales y del proyecto en general:

Ingreso de Proyectos	
Iluminación	\$ 1,667.56 anuales
Aires Acondicionados	\$ 864.82 anuales
Instalación de Trafo	\$ 2,517.67 anuales
Sist. de Tierra.	\$ 2,517.67 anuales
Proyecto General	\$ 2,517.67 anuales

Tabla 4.1 Ingreso de Proyectos Propuestos.

Como se puede observar en la tabla anterior, los ingresos de cada proyecto han sido desglosados según corresponde. Según el segundo capítulo de este trabajo, en la empresa se ahorraría una cantidad de 64.2 kW/h por día, lo que corresponde a un ahorro del 42.1 kW/h en el sistema de iluminación y un 22.1 kW/h en el sistema de climatización o aires acondicionados. De aquí, es posible decir que al aplicar esas mejorar tecnológicas se lograrán unos 585.06 KW/h al menos significado en términos de dinero \$ 1,494.02 ahorrados anualmente, el 65.65% corresponde ahorro en el sistema de iluminación y el 34.35% corresponde al ahorro en el sistema de climatización. Considerando el 45 de ahorro al aplicar el sistema de gestión nos produce un ahorro de 400.87 KW/h al mes, cuyo ahorro anual en dineros de distribuye proporcionalmente a los proyectos de Iluminación (\$ 1,652.85) y aire acondicionados (\$864.82). que nos refleja el ahorro anual de \$2,517.67 que se explicó en el segundo capítulo. Ahora bien, en cuanto a los ingresos de para los proyectos de instalación del transformador de 225 kVA y el sistema de tierra, se estima que una vez que los proyectos de iluminación y climatización estén finalizados, los ingresos para los otros proyectos serán el total del ahorro obtenido con las mejoras, el cual es de \$ 2,517.67 anuales.

Así mismo, si se decide ejecutar un proyecto general que incluya todas las mejoras de una sola vez, el ingreso del mismo serían los mismos \$ 2,517.67 anuales como se muestra en la tabla 4.1.

Seguidamente, una vez determinados los ingresos de cada proyecto y de un proyecto general, es necesario conocer la inversión que se debe de llevar a cabo para los mismo. A continuación se muestra un presupuesto general de los equipos a utilizar en cada proyecto reflejado en la tabla de ingresos (tabla 4.1). Es de importancia mencionar en esta parte que los precios de los equipos que se plasman en los cuadros de inversiones y el presupuesto general corresponden a precios finales, lo que significa que los mismos incluyen impuestos de venta o introducción al país (I.V.A. 15%) y costos de exportación o fletes (12%).

Infraestructura y Bienes de Capital (Inversión fija)				
Cantidad	Descripción del bien	Precio (\$)	Importe (%)	Precio final (\$)
3	Aire Acondicionado Split de 1.5 toneladas (18,000 BTU/h), SEER 13, gas refrigerante R-410a	2321.40	858.60	3180.00
1	Aire Acondicionado de ventana de 1 tonelada (12,000 BTU/h), SEER 13, gas refrigerante R-410a	455.52	168.48	624.00
10	Foco Solar 21" de diametro, 1450 Watts potencia equivalente de salida, 65 mts ² de cobertura	2802.84	1036.67	3839.50
6	Foco Solar 21" de diametro, 1450 Watts potencia equivalente de salida, 65 mts ² de cobertura	1681.70	622.00	2303.70
10	Foco Solar 13" de diametro, 500 Watts potencia equivalente de salida, 28 mts ² de cobertura	1610.45	595.65	2206.1
1	Trafo tipo Subestación de alta eficiencia, devanados de cobre, capacidad de 225 kVA	8395.00	3105.00	11500.00
1	Electrodos Mass@tierra para media tension, capacidad de 600 A, 60 cm de altura	2190.00	810.00	3000.00
26	Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 59 Watts, 6000 lúmenes, 72" de largo	873.08	322.92	1196.00
22	Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 32 Watts, 3200 lúmenes, 48" de largo	353.32	130.68	484.00
Total		20683.31	7649.99	28333.30

Tabla 4.2. Presupuesto de equipos a utilizar

En cuanto a los precios de mano de obra e instalación, se consultaron empresas y personas que trabajan con estos equipos para poder obtener un estimado de la inversión que este costo representa para el proyecto, obteniendo de esa manera los siguientes datos:

Costo de Mano de Obra e Instalación	
Iluminación	\$ 1,600.00
Aire Acondicionado	\$ 600.00
Instalación de Trafo	\$ 2,500.00
Sist. de Tierra	\$ 3,000.00
Proyecto General	\$ 7,700.00

Tabla 4.3. Mano de obra de los proyectos.

Y por último, hay que establecer el costo de la administración y seguimiento de estos o este proyecto y de esta manera conocer la inversión total a realizar. Este costo diferido de los proyectos se encuentra entre un 10% y un 15% de la inversión en infraestructura y bienes según leyes de Formulación y Evaluación de proyectos (Principio de Taylor¹⁶). Por lo tanto, para este caso en particular se decide utilizar un porcentaje del 10% de la inversión en infraestructura y bienes, obteniendo así la siguiente tabla:

Costo de Administración y Seguimiento de Proyecto	
Iluminación	\$ 1,002.93
Aire Acondicionado	\$ 380.40
Instalación de Trafo	\$ 1,150.00
Sist. de Tierra	\$ 300.00
Proyecto General	\$ 2,833.33

Tabla 4.4. Costos diferidos de seguimiento de proyectos.

Escenarios de Inversión y Ejecución de Proyectos

Como ya ha sido mencionado en párrafos y capítulos anteriores, el MGIE contempla la ejecución de las mejoras en la empresa tanto de manera individual o de manera general. En otras palabras, las propuestas realizadas para lograr una disminución del consumo de energía eléctrica en IMPLAGS.A. pueden ser llevadas a cabo de manera individual (proyectos individuales como se vio en la sección anterior) o como un proyecto general que abarque la implementación de todas las soluciones propuestas de una sola vez. El propósito de este realizar diferentes escenarios para este parte es dotar al inversionista o empresario de una herramienta mas acertada al momento de decidir de que manera puede llevar a cabo un proyecto de este tipo según su situación económica. Por otro lado, además de proveer una escenarios de evaluación por proyectos individuales o por un proyecto general, se incluye también la evaluación de

¹⁶ Se basa en la inclusión de métodos científica de los cuatro procesos principales de la administración: Planeación, Ejecución, Preparación y Control. (Principios de Administración Científica, Frederick Taylor)

escenarios de inversión con capital 100% de la empresa (la empresa lleva a cabo todos los proyectos con capital propio) e inversión dividida 30-70, lo cual significa que la empresa invierte 30% de capital propio y 70% de capital financiado por un Banco (Crédito) para el financiamiento de los proyectos.

Una vez dicho esto, es necesario establecer ciertos criterios utilizados para la evaluación de los diferentes escenarios establecidos en este trabajo, los cuales se enumeran a continuación:

- La TMAR utilizada para la evaluación de todos los escenarios de financieros de este trabajo se estableció en un 18%, el cual es el margen de ganancia que obtiene IMPLAGS.A. en la ejecución de sus proyectos. Esto es debido a que la TMAR se simplifica en empresas privadas debido a que esta dado ya por la dirección general y se basa en el riesgo que corre la empresa de forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.
- La tasa de aumento de los ingresos del o los proyectos se establece en un 7%, porcentaje estimado de incremento de la energía cada año en Nicaragua según la tendencia de los últimos años.
- La tasa de interés para créditos otorgados por parte del Banco Central de Nicaragua a empresas medianas y PYME's (Pequeñas y Medianas Empresas) es del 12% anual, tasa de interés que también ofrece Banco Procredit para créditos a empresas en el sector industrial. Sin embargo, otros bancos comerciales nacionales como el BAC (Banco de América Central) otorga créditos a una tasa de interés del 15%, Banpro Grupo Promérica (Banco de la producción) tiene tasas de interés del 18% para créditos industriales.

- La depreciación de los equipos a utilizar en o los proyectos se realizó utilizando el método de línea recta¹⁷ y los años de vida útil de los equipos.
- Para el pago de créditos adquiridos, se utiliza la tabla de pago sobre saldo aplicando pagos al principal de \$ 589.50 para el proyecto de Iluminación, \$ 223.27 para el proyecto de Aires Acondicionados, \$ 707.00 para el proyecto de Instalación de Transformador, \$ 294.00 para el proyecto de Sistema de Tierra (todos evaluados a un horizonte de 15 años) y de \$ 1,013.78 para el proyecto general de disminución del consumo de energía eléctrica (evaluado a un horizonte de 15 años). Estas tablas podrán ser vistas en el segundo escenario de evaluación para los proyectos de este análisis financiero.
- El Porcentaje de inflación utilizado para la evaluación es del 9% según datos del Banco Central sobre el estado de la inflación en el país.

Con esto establecido, se presentan y describen los escenarios mencionados en párrafos anteriores que permitan ayudar al inversionista, o en este caso a la empresa, a tomar una decisión de acuerdo a su situación económica actual. Cabe mencionar que el horizonte de evaluación del o los proyectos se realizó en base a 5, 10 y 15 años, en los cuales se pudo notar que ningún proyectos es rentable a 5 años, por lo cual se decide establecer un horizonte de evaluación tanto para los proyectos individuales como para el horizonte de evaluación del proyecto general de 15 años.

Por otro lado, conocer el monto de depreciación que sufren los equipos a utilizar en los distintos proyectos también es de gran importancia en las evaluaciones financieras de los mismos por lo que a continuación se muestran las depreciaciones calculadas en base a los años de vida útil de cada equipo a

¹⁷ Este método considera la depreciación de los bienes en función del tiempo y no de la utilización de los mismos ya que se basa en considerar la obsolescencia como la causa principal de una vida de servicio limitada.

utilizar. Este monto calculado se proyecta utilizando el mismo horizonte de evaluación mencionado anteriormente, 10 años para los proyectos individuales y 15 años para el proyecto general. Se procede por lo tanto a mostrar el cuadro de depreciaciones calculadas para cada equipo y las depreciaciones a utilizar en cada proyecto.

Depreciación Valor de Rescate por Año					
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (\$)	Años Vida Util	Precio/Vida Util (\$)	Depreciación/año (\$)
3	Aire Acondicionado Split de 1.5 toneladas	1060.00	5	212.00	636.00
1	Aire Acondicionado de ventana de 1 tonelada	624.00	5	124.80	124.80
16	Foco Solar 21" de diametro	383.95	25	15.36	245.73
10	Foco Solar 13" de diametro	220.61	25	8.82	88.24
1	Trafo tipo Subestación de 225 kVA	11500.00	20	575.00	575.00
1	Electrodos Mass@tierra capacidad de 600 A	3000.00	15	200.00	200.00
26	Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 59 Watts	46.00	4	11.50	299.00
22	Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 32 Watts	22.00	4	5.50	121.00
				Total	2289.77

Tabla 4.5. Calculo de la depreciación de equipos utilizando sus vidas útiles.

Depreciación																		
Concepto	Valor (\$)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Aire Acondicionado Split de 1.5 toneladas	3180.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00	636.00
Aire Acondicionado de ventana de 1 tonelada	624.00	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80	124.80
Foco Solar 21" de diametro	10750.60	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73	245.73
Foco Solar 13" de diametro	2206.10	88.24	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19	141.19
Trafo tipo Subestación de 225 kVA	11500.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00
Electrodos Mass@tierra capacidad de 600 A	3000.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 59 Watts	1196.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Lámparas dobles con tubos fluorescente T8 de 32 Watts	484.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00
Total		2289.77	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72	2342.72

Depreciación Iluminación	753.97
Depreciación Aires Acondicionados	760.80
Depreciación Trafo	575.00
Depreciación Sist. Tierra	200.00

Tabla 4.6. Depreciaciones por año y depreciación a utilizar en cada proyecto.

Escenario I: Inversión 100% Capital de la Empresa para Ejecución de Proyectos Individuales y Proyecto General

Para empezar con la evaluación de los diferentes escenarios establecidos para este trabajo, es necesario recordar los distintos tipos de proyectos identificados aun cuando los mismos han sido mencionados en párrafos anteriores. Estos proyectos son los siguientes:

- Mejoramiento del sistema de iluminación utilizando lámparas de alta eficiencia y focos solares en las áreas de mayor consumo.
- Reducción del consumo de energía del sistema de climatización utilizando aires acondicionados de alta eficiencia.
- Mejoramiento del sistema de distribución en 480V a través de la instalación de un transformador tipo subestación de alta eficiencia con capacidad de 225 kVA.
- Instalación de un sistema de tierra para la empresa
- Proyecto General: Reducción del consumo de energía eléctrica en IMPLAGS.A. a través de la implementación de las propuestas evaluadas en la evaluación técnica de este trabajo.

Una vez enumerados los proyectos, es importante conocer el monto a invertir para la implementación de cada uno de ellos, por lo que se procede a continuación a mostrar los diferentes cuadros de inversiones a realizar en cada proyecto y en el proyecto general.

Proyecto de Iluminación (100% Interna)		
Componente	Capital Destinado (\$)	Total (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	1002.93	1002.93
Infraestructura y Bienes (fijo)	10029.30	10029.30
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	1600.00	1600.00
Total	12632.23	12632.23

Tabla 4.7. Cuadro de Inversión para Proyecto de Iluminación

Proyecto de Aires Acondicionados (100% Interna)		
Componente	Capital Destinado (\$)	Total (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	380.40	380.40
Infraestructura y Bienes (fijo)	3804.00	3804.00
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	600.00	600.00
Total	4784.40	4784.40

Tabla 4.8. Cuadro de Inversión para Proyecto de Aires Acondicionados.

Proyecto de Transformador (100% Interna)		
Componente	Capital Destinado (\$)	Total (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	1150.00	1150.00
Infraestructura y Bienes (fijo)	11500.00	11500.00
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	2500.00	2500.00
Total	15150.00	15150.00

Tabla 4.9. Cuadro de Inversión para Instalación de Transformador.

Proyecto de Sistema de Tierra (100% Interna)		
Componente	Capital Destinado (\$)	Total (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	300.00	300.00
Infraestructura y Bienes (fijo)	3000.00	3000.00
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	3000.00	3000.00
Total	6300.00	6300.00

Tabla 4.10. Cuadro de Inversión Sistema de Tierra.

Inversion total del Proyecto (100% Interna)		
Componente	Capital Destinado (\$)	Total (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	2833.33	2833.33
Infraestructura y Bienes (fijo)	28333.30	28333.30
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	7700.00	7700.00
Total	38866.63	38866.63

Tabla 4.11. Cuadro de Inversión para Proyecto General.

Mostrados los cuadros de inversión para los distintos proyectos, es necesario proceder a mostrar los ingresos calculados para cada uno de los mismos. Hay que recordar aquí que la tasa de crecimiento anual para este crecimiento fue establecida en un 7% según el aumento anual promedio que ha experimentado la tarifa energética en el país. Se muestran estos ingresos a continuación:

Ingresos																	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mensual (\$)		115.70	123.80	132.46	141.74	151.66	162.27	173.63	185.79	198.79	212.71	227.60	243.53	260.58	278.82	298.34	319.22
Annual (\$)	1652.85	1768.55	1892.35	2024.82	2166.55	2318.21	2480.49	2654.12	2839.91	3038.7	3251.41	3479.01	3722.54	3983.12	4261.94	4560.28	4879.49

Tabla 4.12. Ingresos para el proyecto de Iluminación.

Ingresos																	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mensual (\$)		60.54	64.78	69.31	74.16	79.35	84.91	90.85	97.21	104.01	111.30	119.09	127.42	136.34	145.89	156.10	167.02
Annual (\$)	864.821	925.359	990.134	1059.44	1133.6	1212.96	1297.86	1388.71	1485.92	1589.94	1701.23	1820.32	1947.74	2084.09	2229.97	2386.07	2553.09

Tabla 4.13. Ingresos para proyecto de Aires Acondicionados.

Ingresos																	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mensual (\$)		176.24	188.57	201.77	215.90	231.01	247.18	264.48	283.00	302.81	324.00	346.69	370.95	396.92	424.70	454.43	486.24
Annual (\$)	2517.67	2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34	7432.59

Tabla 4.14. Ingresos para los proyectos: Instalación de Trafo, Sist. de Tierra y Proyecto General.

De igual manera, se muestran también los cuadros del costo de mantenimiento y su incremento anual. Estos costos de mantenimiento para cada proyecto fueron estimados según la cantidad de mantenimiento y el monto destinado para el mismo por parte de la empresa.

Gastos Mantenimiento																
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mtto (\$)	50.00	54.50	59.41	64.75	70.58	76.93	83.86	91.40	99.63	108.59	118.37	129.02	140.63	153.29	167.09	182.12
Inflación 9%	4.50	4.91	5.35	5.83	6.35	6.92	7.55	8.23	8.97	9.77	10.65	11.61	12.66	13.80	15.04	16.39

Tabla 4.15. Gastos de Mantenimiento para proyecto de Iluminación y Sist. de Tierra.

Gastos Mantenimiento																
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mtto (\$)	200.00	218.00	237.62	259.01	282.32	307.72	335.42	365.61	398.51	434.38	473.47	516.09	562.53	613.16	668.35	728.50
Inflación 9%	18.00	19.62	21.39	23.31	25.41	27.70	30.19	32.90	35.87	39.09	42.61	46.45	50.63	55.18	60.15	65.56

Tabla 4.16. Gastos de Mantenimiento para proyecto de Aires Acondicionados e Inst. de Trafo.

Gastos Mantenimiento																
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Mtto (\$)	500.00	545.00	594.05	647.51	705.79	769.31	838.55	914.02	996.28	1085.95	1183.68	1290.21	1406.33	1532.90	1670.86	1821.24
Inflación 9%	45.00	49.05	53.46	58.28	63.52	69.24	75.47	82.26	89.67	97.74	106.53	116.12	126.57	137.96	150.38	163.91

Tabla 4.16. Gastos de Mantenimiento para proyecto general.

Mostrados todos los elementos necesarios para poder construir el flujo financiero de cada proyecto mencionado, es posible pasar a mostrar los mismos a continuación. Estos flujos financieros siguientes se muestran para el escenario de inversión 100% capital propio de la empresa. Hay que mencionar aquí que los proyectos de iluminación, aires acondicionados, instalación de transformador y sistema de tierra no son rentables a un horizonte de evaluación de 15 años, ya que sus flujos financieros muestra un VPN negativo en cada uno de ellos siendo el del proyecto de iluminación el más considerable, el cual representa una inversión bastante considerable (de hecho la mayor de todas) para el tiempo en el cual ha sido evaluado. Sin embargo, existe la posibilidad de que estos proyectos sean rentables a quince años adquiriendo un crédito bancario, lo cual desde el punto de vista funcional es bastante bueno. No obstante, es importante recordar que la decisión del inversionista en cuanto a destinar un presupuesto de las ganancias de su empresa o de su dinero para llevar a cabo este tipo de proyectos esta en dependencia de su economía y situación financiera.

Por otro lado, en cuanto al proyecto general con un horizonte de evaluación de 15 años se podrá observar que el VPN también resulta negativo, lo cual indica que el proyecto tampoco es rentable. Sin embargo aunque el proyecto no sea rentable en este periodo de tiempo, es importante de nuevo recordar que el inversionista es quien decide si quiere invertir su dinero a un horizonte mayor de evaluación para obtener el beneficio buscado, o en este caso si en realidad vale la pena ahorrar a través de la implementación de las propuestas de mejoras porque hay que recordar también que este dinero ahorrado servirá para empezar la planeación de los proyectos futuros (mencionados ya en el primer capítulo de este documento) que ayudarán a la empresa a levantar su producción y diversificar sus servicios.

Plasmado lo anterior, se muestran a continuación los flujos financieros de los proyectos o soluciones propuestos a IMPLAGS.A. para disminuir el consumo de energía eléctrica en la misma para este escenario.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido	Flujo Financiero de Proyecto de Iluminación en IMPLAGS.A.															
Ahorro: 647.26 kWh mensuales, \$ 1,652,85 Anuales	Horizonte de Evaluación del Proyecto															
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	12632.23															
Activos Fijos o Tangible	10029.30															
Activos Diferidos o Intangible	1002.93															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos	1768.55	1892.35	2024.82	2166.55	2318.21	2480.49	2654.12	2839.91	3038.70	3251.41	3479.01	3722.54	3983.12	4261.94	4560.28	
Energía No Consumida	1768.55	1892.35	2024.82	2166.55	2318.21	2480.49	2654.12	2839.91	3038.70	3251.41	3479.01	3722.54	3983.12	4261.94	4560.28	
Costos Totales	803.97	808.47	813.38	818.72	824.55	830.90	837.83	845.37	853.60	862.57	872.34	882.99	894.61	907.26	921.06	
Mano de Obra e Instalación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Personal Administrativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gastos para Mantenimiento	50.00	54.50	59.41	64.75	70.58	76.93	83.86	91.40	99.63	108.59	118.37	129.02	140.63	153.29	167.09	
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	
Costos Financieros																
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)	964.58	1083.88	1211.44	1347.83	1493.66	1649.58	1816.29	1994.54	2185.10	2388.85	2606.67	2839.55	3088.52	3354.68	3639.22	
Impuesto sobre la Renta 30%	289.37	325.16	363.43	404.35	448.10	494.88	544.89	598.36	655.53	716.65	782.00	851.86	926.55	1006.40	1091.77	
Utilidad o Peridas Netas (utilidad Bruta - IR)	675.21	758.72	848.01	943.48	1045.56	1154.71	1271.41	1396.18	1529.57	1672.19	1824.67	1987.68	2161.96	2348.27	2547.45	
Depreciación	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	
Valor de Rescate																
Crédito																
Pago al Principal (-)																
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-12632.23	1429.18	1512.69	1601.98	1697.45	1799.54	1908.68	2025.38	2150.15	2283.54	2426.16	2578.64	2741.66	2915.93	3102.25	3301.42
TMAR	18%															
VAN	(\$3,090.00)															
TIR																

Flujo Financiero 4.1. Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Iluminación en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido		Flujo Financiero de Proyecto de Aire Acondicionado en IMPLAGS.A.														
Ahorro: 338.66 kWh mensuales, \$ 864.82 Anuales		Horizonte de Evaluación del Proyecto														
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	4784.40															
Activos Fijos o Tangible	3804.00															
Activos Diferidos o Intangible	980.40															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		925.36	990.13	1059.44	1133.60	1212.96	1297.86	1388.71	1485.92	1589.94	1701.23	1820.32	1947.74	2084.09	2229.97	2386.07
Energía No Consumida		925.36	990.13	1059.44	1133.60	1212.96	1297.86	1388.71	1485.92	1589.94	1701.23	1820.32	1947.74	2084.09	2229.97	2386.07
Costos Totales		960.80	978.80	998.42	1019.81	1043.12	1068.52	1096.22	1126.41	1159.31	1195.18	1234.27	1276.89	1323.33	1373.96	1429.15
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		200.00	218.00	237.62	259.01	282.32	307.72	335.42	365.61	398.51	434.38	473.47	516.09	562.53	613.16	668.35
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80
Costos Financieros																
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		-35.44	11.33	61.02	113.80	169.84	229.34	292.49	359.52	430.63	506.06	586.05	670.86	760.75	856.01	956.92
Impuesto sobre la Renta 30%		0.00	3.40	18.31	34.14	50.95	68.80	87.75	107.85	129.19	151.82	175.81	201.26	228.23	256.80	287.08
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		-35.44	7.93	42.72	79.66	118.89	160.54	204.75	251.66	301.44	354.24	410.23	469.60	532.53	599.21	669.85
Depreciación		760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80
Valor de Rescate																
Crédito																
Pago al Principal (-)																
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-4784.40	725.36	768.73	803.52	840.46	879.69	921.34	965.55	1012.46	1062.24	1115.04	1171.03	1230.40	1293.33	1360.01	1430.65
TMAR	18%															
VAN	(\$181.89)															
TIR																

Flujo Financiero 4.2. Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Climatización en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido	Flujo Financiero de Proyecto de Instalación de Transformador en IMPLAGS.A.															
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales	Horizonte de Evaluación del Proyecto															
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	15150.00															
Activos Fijos o Tangible	11500.00															
Activos Diferidos o Intangible	1150.00															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos	2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34	
Energía No Consumida	2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34	
Costos Totales	775.00	793.00	812.62	834.01	857.32	882.72	910.42	940.61	973.51	1009.38	1048.47	1091.09	1137.53	1188.16	1243.35	
Mano de Obra e Instalación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Personal Administrativo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gastos para Mantenimiento	200.00	218.00	237.62	259.01	282.32	307.72	335.42	365.61	398.51	434.38	473.47	516.09	562.53	613.16	668.35	
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	
Costos Financieros																
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)	1918.91	2089.49	2271.64	2466.15	2673.85	2895.63	3132.42	3385.23	3655.13	3943.27	4250.86	4579.20	4929.67	5303.75	5703.00	
Impuesto sobre la Renta 30%	575.67	626.85	681.49	739.85	802.16	868.69	939.72	1015.57	1096.54	1182.98	1275.26	1373.76	1478.90	1591.12	1710.90	
Utilidad o Perdidas Netas (utilidad Bruta - IR)	1343.24	1462.64	1590.15	1726.31	1871.70	2026.94	2192.69	2369.66	2558.59	2760.29	2975.60	3205.44	3450.77	3712.62	3992.10	
Depreciación	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	
Valor de Rescate																
Crédito																
Pago al Principal (-)																
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-15150.00	1918.24	2037.64	2165.15	2301.31	2446.70	2601.94	2767.69	2944.66	3133.59	3335.29	3550.60	3780.44	4025.77	4287.62	4567.10
TMAR	18%															
VAN	(\$2,161.14)															
TIR																

Flujo Financiero 4.3. Proyecto de Instalación de Transformador tipo Subestación para el sistema de distribución en 480V en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido		Flujo Financiero de Proyecto de Sistema de Tierra en IMPLAGS.A.														
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales		Horizonte de Evaluación del Proyecto														
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	6300.00															
Activos Fijos o Tangible	3000.00															
Activos Diferidos o Intangible	3300.00															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Energía No Consumida		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Costos Totales		250.00	254.50	259.41	264.75	270.58	276.93	283.86	291.40	299.63	308.59	318.37	329.02	340.63	353.29	367.09
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		50.00	54.50	59.41	64.75	70.58	76.93	83.86	91.40	99.63	108.59	118.37	129.02	140.63	153.29	167.09
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Costos Financieros																
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		2443.91	2427.99	2624.85	2835.41	3060.59	3301.42	3558.98	3834.43	4129.01	4444.05	4780.96	5141.26	5526.57	5938.62	6379.26
Impuesto sobre la Renta 30%		733.17	728.40	787.46	850.62	918.18	990.43	1067.69	1150.33	1238.70	1333.22	1434.29	1542.38	1657.97	1781.59	1913.78
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		1710.74	1699.59	1837.40	1984.78	2142.41	2310.99	2491.29	2684.10	2890.31	3110.84	3346.68	3598.89	3868.60	4157.03	4465.48
Depreciación		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Valor de Rescate																
Crédito																
Pago al Principal (-)																
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-6300.00	1910.74	1899.59	2037.40	2184.78	2342.41	2510.99	2691.29	2884.10	3090.31	3310.84	3546.68	3798.89	4068.60	4357.03	4665.48
TMAR	18%															
VAN	\$6,333.64															
TIR																

Flujo Financiero 4.4. Proyecto de Sistema de Tierra para la Instalación Eléctrica de IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido		Flujo Financiero de Proyecto Reducción de Consumo de Energía en IMPLAGS.A.														
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales		Horizonte de Evaluación del Proyecto														
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	38866.63															
Activos Fijos o Tangible	28333.30															
Activos Diferidos o Intangible	10533.33															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Energía No Consumida		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Costos Totales		2789.77	2834.77	2883.82	2937.29	2995.56	3059.08	3128.32	3203.79	3286.05	3375.72	3473.45	3579.99	3696.10	3822.67	3960.64
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		500.00	545.00	594.05	647.51	705.79	769.31	838.55	914.02	996.28	1085.95	1183.68	1290.21	1406.33	1532.90	1670.86
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77
Costos Financieros																
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		-95.86	47.71	200.44	362.87	535.61	719.27	914.51	1122.04	1342.59	1576.93	1825.88	2090.30	2371.10	2669.24	2985.71
Impuesto sobre la Renta 30%		0.00	14.31	60.13	108.86	160.68	215.78	274.35	336.61	402.78	473.08	547.76	627.09	711.33	800.77	895.71
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		-95.86	33.40	140.31	254.01	374.92	503.49	640.16	785.43	939.81	1103.85	1278.12	1463.21	1659.77	1868.47	2090.00
Depreciación		2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77
Valor de Rescate																
Crédito																
Pago al Principal (-)																
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-38866.63	2193.91	2323.17	2430.08	2543.78	2664.70	2793.26	2929.93	3075.20	3229.58	3393.62	3567.89	3752.98	3949.54	4158.24	4379.77
TMAR	20%															
VAN	(\$26,200.39)															
TIR																

Flujo Financiero 4.5. Proyecto General de Disminución del Consumo de Energía Eléctrica en IMPLAGS.A.

Escenario II: Inversión 30% Capital de la Empresa y 70% Crédito Bancario para Ejecución de Proyectos Individuales y Proyecto General

Este segundo escenario se basa en adquirir un crédito bancario por parte de la empresa para poder financiar los proyectos propuestas en la misma. Es necesario mencionar de nuevo que la tasa de impuestos establecida por el Banco Central de Nicaragua para otorgar préstamos a pequeñas y medianas empresas es del 12 %, como ya se había mencionado en los criterios establecidos para estas evaluaciones financieras.

Por otro lado, es importante mencionar también que estas evaluaciones financieras incluyen los mismos datos incluidos en las tablas de ingresos, costos de mantenimiento, depreciación de los equipos (la cual es general para todas las evaluaciones en los diferentes escenarios). No obstante, los cuadros de inversión mostrados en el escenario anterior cambian un poco debido a la división del capital de inversión y se muestran a continuación:

Proyecto de Iluminación (30% Capital Interno)			
Componente	Inversión Total (\$)	Crédito (\$)	Capital Propio (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	1002.93	702.05	300.88
Infraestructura y Bienes (fijo)	10029.30	7020.51	3008.79
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	1600.00	1120.00	480.00
Total	12632.23	8842.56	3789.67

Tabla 4.17. Cuadro de Inversión dividida 70-30 para Proyecto de Iluminación

Proyecto de Aires Acondicionados (30% Capital Interno)			
Componente	Inversión Total (\$)	Crédito (\$)	Capital Propio (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	380.40	266.28	114.12
Infraestructura y Bienes (fijo)	3804.00	2662.80	1141.20
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	600.00	420.00	180.00
Total	4784.40	3349.08	1435.32

Tabla 4.18. Cuadro de Inversión dividida 70-30 para Proyecto de Aires Acondicionados

Proyecto de Sistema de Tierra (30% Capital Interno)			
Componente	Inversión Total (\$)	Crédito (\$)	Capital Propio (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	300.00	210.00	90.00
Infraestructura y Bienes (fijo)	3000.00	2100.00	900.00
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	3000.00	2100.00	900.00
Total	6300.00	4410.00	1890.00

Tabla 4.19. Cuadro de Inversión dividida 70-30 para Proyecto de Sistema de Tierra

Proyecto de Transformador (30% Capital Interno)			
Componente	Inversión Total (\$)	Crédito (\$)	Capital Propio (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	1150.00	805.00	345.00
Infraestructura y Bienes (fijo)	11500.00	8050.00	3450.00
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	2500.00	1750.00	750.00
Total	15150.00	10605.00	4545.00

Tabla 4.20. Cuadro de Inversión dividida 70-30 para Proyecto de Instalación de Transformador

Inversión total del Proyecto (30% Capital Interno)			
Componente	Inversión Total (\$)	Crédito (\$)	Capital Propio (\$)
Admón y Seguimiento (diferido)	2833.33	1983.33	850.00
Infraestructura y Bienes (fijo)	28333.30	19833.31	8499.99
Otras Inversiones: Instalación (diferido)	7700.00	5390.00	2310.00
Total	38866.63	27206.64	11659.99

Tabla 4.21. Cuadro de Inversión dividida 70-30 para Proyecto General de Reducción del Consumo Energético

Vistos los cuadros de inversión a utilizar en este escenario, hay que conocer también las tablas de pago al principal las cuales fueron realizadas con el método sobre saldo que permite calcular una cuota de para el inversionista que incluya el pago de los intereses más el pago al principal, la cual disminuye a medida que el monto de la deuda va disminuyendo. Hay que recordar de nuevo que los proyectos individuales son evaluados a 15 años y el proyecto general es evaluado a 15 años también, por lo que se muestran las siguientes tablas de pago:

Tabla de Pagos Sobre Saldo (15 años)															
Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pago al Principal	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50	589.50
Interés	1061.11	990.37	919.63	848.89	778.15	707.40	636.66	565.92	495.18	424.44	353.70	282.96	212.22	141.48	70.74
Cuota	1650.61	1579.87	1509.13	1438.39	1367.65	1296.91	1226.17	1155.43	1084.69	1013.95	943.21	872.47	801.73	730.99	660.24
Saldo	8253.06	7663.55	7074.05	6484.54	5895.04	5305.54	4716.03	4126.53	3537.02	2947.52	2358.02	1768.51	1179.01	589.50	0.00

Tabla 4. 22. Tabla de pagos para Proyecto de Iluminación

Tabla de Pagos Sobre Saldo (15 años)															
Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pago al Principal	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27	223.27
Interés	401.89	375.10	348.30	321.51	294.72	267.93	241.13	214.34	187.55	160.76	133.96	107.17	80.38	53.59	26.79
Cuota	625.16	598.37	571.58	544.78	517.99	491.20	464.41	437.61	410.82	384.03	357.24	330.44	303.65	276.86	250.06
Saldo	3125.81	2902.54	2679.26	2455.99	2232.72	2009.45	1786.18	1562.90	1339.63	1116.36	893.09	669.82	446.54	223.27	0.00

Tabla 4. 23. Tabla de pagos para Proyecto de Aires Acondicionados

Tabla de Pagos Sobre Saldo (15 años)															
Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pago al Principal	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00	707.00
Interés	1272.60	1187.76	1102.92	1018.08	933.24	848.40	763.56	678.72	593.88	509.04	424.20	339.36	254.52	169.68	84.84
Cuota	1979.60	1894.76	1809.92	1725.08	1640.24	1555.40	1470.56	1385.72	1300.88	1216.04	1131.20	1046.36	961.52	876.68	791.84
Saldo	9898.00	9191.00	8484.00	7777.00	7070.00	6363.00	5656.00	4949.00	4242.00	3535.00	2828.00	2121.00	1414.00	707.00	0.00

Tabla 4. 24. Tabla de pagos para Proyecto de Instalación de Transformador

Tabla de Pagos Sobre Saldo (15 años)															
Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pago al Principal	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00
Interés	529.20	493.92	458.64	423.36	388.08	352.80	317.52	282.24	246.96	211.68	176.40	141.12	105.84	70.56	35.28
Cuota	823.20	787.92	752.64	717.36	682.08	646.80	611.52	576.24	540.96	505.68	470.40	435.12	399.84	364.56	329.28
Saldo	4116.00	3822.00	3528.00	3234.00	2940.00	2646.00	2352.00	2058.00	1764.00	1470.00	1176.00	882.00	588.00	294.00	0.00

Tabla 4. 25. Tabla de pagos para Proyecto de Sistema de Tierra

Tabla de Pagos Sobre Saldo (15 años)															
Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pago al Principal	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78	1813.78
Interés	3264.80	3047.14	2829.49	2611.84	2394.18	2176.53	1958.88	1741.23	1523.57	1305.92	1088.27	870.61	652.96	435.31	217.65
Cuota	5078.57	4860.92	4643.27	4425.61	4207.96	3990.31	3772.65	3555.00	3337.35	3119.69	2902.04	2684.39	2466.74	2249.08	2031.43
Saldo	25392.86	23579.09	21765.31	19951.54	18137.76	16323.98	14510.21	12696.43	10882.66	9068.88	7255.10	5441.33	3627.55	1813.78	0.00

Tabla 4. 26. Tabla de pagos para Proyecto para Proyecto General de Reducción del Consumo del Energía

Mostradas estas tablas de pago para los diferentes proyectos, se provee una breve explicación de las evaluaciones para este tipo de escenario. Primeramente, para los proyectos individuales evaluados a 15 años será posible notar que muestran ser rentables adquiriendo un crédito bancario para financiar el 70% del capital necesario para su implementación. Sin embargo, algunos de estos proyectos muestran una rentabilidad bastante baja, siendo el proyecto de mejoramiento de la iluminación en la empresa el que presenta una menor rentabilidad. Se puede notar que este proyecto de iluminación en comparación con los demás requiere de una inversión mucho mayor, por lo que sus ingresos deben deberían de ser mayores. No obstante, la rentabilidad de este proyecto marca el inicio de un ahorro significativo para la IMPLAGS.A. ya que la no rentabilidad del mismo ocasionaría que los demás proyectos de mejora propuestos no se pudieran llevar a cabo debido a que son los ahorros generados por los proyectos de iluminación y climatización los que generan ahorros (evaluados y caracterizados en el capítulo II de este trabajo) para poder llevar a cabo los demás proyectos.

Por otro lado, el proyecto general utilizando un crédito bancario para cubrir el 70% del capital a invertir no es rentable con a un horizonte de evaluación de 15 años. Este proyecto general resulta no rentable debido a que los ahorros caracterizados implementando las mejoras en IMPLAGSA no son suficientes para pagar el monto de la inversión a 15 años, lo que significa que la rentabilidad del proyecto es totalmente no conveniente para el inversionista, o en este caso para IMPLAGS.A.

Dicho esto, se muestran a continuación los flujos financieros de los proyectos de mejoramiento a implementar en IMPLAGS.A. con un horizonte de evaluación de 15 años tanto para proyectos individuales como para el proyecto general. Así, el inversionista completa ambos escenarios en cuanto a la evaluación financiera de las propuestas de mejoras y puede decidir si invertir su propio capital en esos proyectos o adquirir un crédito para ello.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido		Flujo Financiero de Proyecto de Iluminación en IMPLAGS.A.														
Ahorro: 647.26 kWh mensuales, \$ 1,652,85 Anuales		Horizonte de Evaluación del Proyecto														
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	12632.23															
Activos Fijos o Tangible	10029.30															
Activos Diferidos o Intangible	1002.93															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		1768.55	1892.35	2024.82	2166.55	2318.21	2480.49	2654.12	2839.91	3038.70	3251.41	3479.01	3722.54	3983.12	4261.94	4560.28
Energía No Consumida		1768.55	1892.35	2024.82	2166.55	2318.21	2480.49	2654.12	2839.91	3038.70	3251.41	3479.01	3722.54	3983.12	4261.94	4560.28
Costos Totales		1865.08	1798.84	1733.00	1667.61	1602.70	1538.31	1474.49	1411.30	1348.78	1287.01	1226.04	1165.96	1106.83	1048.74	991.80
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		50.00	54.50	59.41	64.75	70.58	76.93	83.86	91.40	99.63	108.59	118.37	129.02	140.63	153.29	167.09
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97
Costos Financieros		1061.11	990.37	919.63	848.89	778.15	707.40	636.66	565.92	495.18	424.44	353.70	282.96	212.22	141.48	70.74
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		-96.53	93.51	291.81	498.94	715.52	942.18	1179.63	1428.61	1689.92	1964.40	2252.97	2556.59	2876.29	3213.20	3568.48
Impuesto sobre la Renta 30%		0.00	28.05	87.54	149.68	214.65	282.65	353.89	428.58	506.98	589.32	675.89	766.98	862.89	963.96	1070.54
Utilidad o Perdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		-96.53	65.46	204.27	349.26	500.86	659.53	825.74	1000.03	1182.94	1375.08	1577.08	1789.61	2013.41	2249.24	2497.93
Depreciación		753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97	753.97
Valor de Rescate																
Crédito	8842.56															
Pago al Principal (-)		-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50	-589.50
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-3789.67	67.94	229.93	368.74	513.73	665.33	823.99	990.21	1164.50	1347.41	1539.55	1741.55	1954.08	2177.87	2413.71	2662.40
TMAR	18%															
VAN	\$0.69															
TIR																

Flujo Financiero 4.6. Inversión Dividida para Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Iluminación en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido		Flujo Financiero de Proyecto de Aire Acondicionado en IMPLAGS.A.														
Ahorro: 338.66 kWh mensuales, \$ 864.82 Anuales		Horizonte de Evaluación del Proyecto														
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	4784.40															
Activos Fijos o Tangible	3804.00															
Activos Diferidos o Intangible	980.40															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		925.36	990.13	1059.44	1133.60	1212.96	1297.86	1388.71	1485.92	1589.94	1701.23	1820.32	1947.74	2084.09	2229.97	2386.07
Energía No Consumida		925.36	990.13	1059.44	1133.60	1212.96	1297.86	1388.71	1485.92	1589.94	1701.23	1820.32	1947.74	2084.09	2229.97	2386.07
Costos Totales		1362.69	1353.90	1346.72	1341.32	1337.84	1336.45	1337.35	1340.75	1346.86	1355.93	1368.24	1384.06	1403.71	1427.55	1455.94
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		200.00	218.00	237.62	259.01	282.32	307.72	335.42	365.61	398.51	434.38	473.47	516.09	562.53	613.16	668.35
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80
Costos Financieros		401.89	375.10	348.30	321.51	294.72	267.93	241.13	214.34	187.55	160.76	133.96	107.17	80.38	53.59	26.79
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		-437.33	-363.76	-287.28	-207.71	-124.88	-38.59	51.36	145.18	243.08	345.30	452.08	563.69	680.37	802.43	930.13
Impuesto sobre la Renta 30%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.41	43.55	72.92	103.59	135.63	169.11	204.11	240.73	279.04
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		-437.33	-363.76	-287.28	-207.71	-124.88	-38.59	35.95	101.62	170.15	241.71	316.46	394.58	476.26	561.70	651.09
Depreciación		760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80	760.80
Valor de Rescate																
Crédito	3349.08															
Pago al Principal (-)		-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27	-223.27
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-1435.32	100.20	173.76	250.25	329.81	412.65	498.94	573.48	639.15	707.68	779.24	853.99	932.11	1013.79	1099.23	1188.62
TMAR	18%															
VAN	\$712.18															
TIR																

Flujo Financiero 4.7. Inversión Dividida para Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Climatización en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido	Flujo Financiero de Proyecto de Instalación de Transformador en IMPLAGS.A.															
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales	Horizonte de Evaluación del Proyecto															
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	15150.00															
Activos Fijos o Tangible	11500.00															
Activos Diferidos o Intangible	1150.00															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Energía No Consumida		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Costos Totales		2047.60	1980.76	1915.54	1852.09	1790.56	1731.12	1673.98	1619.33	1567.39	1518.42	1472.67	1430.45	1392.05	1357.84	1328.19
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		200.00	218.00	237.62	259.01	282.32	307.72	335.42	365.61	398.51	434.38	473.47	516.09	562.53	613.16	668.35
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00
Costos Financieros		1272.60	1187.76	1102.92	1018.08	933.24	848.40	763.56	678.72	593.88	509.04	424.20	339.36	254.52	169.68	84.84
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		646.31	901.73	1168.72	1448.07	1740.61	2047.23	2368.86	2706.51	3061.25	3434.23	3826.66	4239.84	4675.15	5134.07	5618.16
Impuesto sobre la Renta 30%		193.89	270.52	350.62	434.42	522.18	614.17	710.66	811.95	918.37	1030.27	1148.00	1271.95	1402.55	1540.22	1685.45
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		452.42	631.21	818.10	1013.65	1218.43	1433.06	1658.20	1894.55	2142.87	2403.96	2678.66	2967.89	3272.61	3593.85	3932.71
Depreciación		575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00	575.00
Valor de Rescate																
Crédito	10605.00															
Pago al Principal (-)		-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00	-707.00
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-4545.00	320.42	499.21	686.10	881.65	1086.43	1301.06	1526.20	1762.55	2010.87	2271.96	2546.66	2835.89	3140.61	3461.85	3800.71
TMAR	18%															
VAN	\$1,575.00															
TIR																

Flujo Financiero 4.8. Inversión Dividida Proyecto de Instalación de Transformador tipo Subestación para el sistema de distribución en 480V en IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido	Flujo Financiero de Proyecto de Sistema de Tierra en IMPLAGS.A.															
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales	Horizonte de Evaluación del Proyecto															
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	6300.00															
Activos Fijos o Tangible	3000.00															
Activos Diferidos o Intangible	3300.00															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Energía No Consumida		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Costos Totales		779.20	748.42	718.05	688.11	658.66	629.73	601.38	573.64	546.59	520.27	494.77	470.14	446.47	423.85	402.37
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		50.00	54.50	59.41	64.75	70.58	76.93	83.86	91.40	99.63	108.59	118.37	129.02	140.63	153.29	167.09
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Costos Financieros		529.20	493.92	458.64	423.36	388.08	352.80	317.52	282.24	246.96	211.68	176.40	141.12	105.84	70.56	35.28
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		1914.71	2134.07	2366.21	2612.05	2872.51	3148.62	3441.46	3752.19	4082.05	4432.37	4804.56	5200.14	5620.73	6068.06	6543.98
Impuesto sobre la Renta 30%		574.41	640.22	709.86	783.61	861.75	944.59	1032.44	1125.66	1224.62	1329.71	1441.37	1560.04	1686.22	1820.42	1963.19
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		1340.30	1493.85	1656.35	1828.43	2010.76	2204.03	2409.02	2626.53	2857.44	3102.66	3363.20	3640.10	3934.51	4247.64	4580.78
Depreciación		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Valor de Rescate																
Crédito	4410.00															
Pago al Principal (-)		-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00	-294.00
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-1890.00	1246.30	1399.85	1562.35	1734.43	1916.76	2110.03	2315.02	2532.53	2763.44	3008.66	3269.20	3546.10	3840.51	4153.64	4486.78
TMAR	18%															
VAN	\$8,481.46															
TIR																

Flujo Financiero 4.9. Inversión Dividida para Proyecto de Sistema de Tierra para la Instalación Eléctrica de IMPLAGS.A.

Tarifa TD-4: \$ 0.21 por kWh Consumido	Flujo Financiero de Proyecto Reducción de Consumo de Energía en IMPLAGS.A.															
Ahorro:985.93 kWh mensuales, \$2,517.67 Anuales	Horizonte de Evaluación del Proyecto															
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujos del Proyecto																
Inversión Total	38866.63															
Activos Fijos o Tangible	28333.30															
Activos Diferidos o Intangible	10533.33															
Capital de Trabajo																
Ingresos Netos		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Energía No Consumida		2693.91	2882.49	3084.26	3300.16	3531.17	3778.35	4042.84	4325.83	4628.64	4952.65	5299.33	5670.29	6067.21	6491.91	6946.34
Costos Totales		6054.57	5881.92	5713.31	5549.12	5389.75	5235.62	5087.20	4945.02	4809.63	4681.64	4561.72	4450.60	4349.06	4257.98	4178.29
Mano de Obra e Instalación		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos para Mantenimiento		500.00	545.00	594.05	647.51	705.79	769.31	838.55	914.02	996.28	1085.95	1183.68	1290.21	1406.33	1532.90	1670.86
Insumos Varios y Ahorro Mensual para Repuestos																
Depreciación		2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77
Costos Financieros		3264.80	3047.14	2829.49	2611.84	2394.18	2176.53	1958.88	1741.23	1523.57	1305.92	1088.27	870.61	652.96	435.31	217.65
Utilidad Bruta = ingr. Netos- (costo T+depr)		-3360.66	-2999.43	-2629.05	-2248.97	-1858.58	-1457.26	-1044.36	-619.18	-180.98	271.01	737.61	1219.69	1718.14	2233.93	2768.06
Impuesto sobre la Renta 30%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.30	221.28	365.91	515.44	670.18	830.42
Utilidad o Pérdidas Netas (utilidad Bruta - IR)		-3360.66	-2999.43	-2629.05	-2248.97	-1858.58	-1457.26	-1044.36	-619.18	-180.98	189.71	516.33	853.78	1202.70	1563.75	1937.64
Depreciación		2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77	2289.77
Valor de Rescate																
Crédito	27206.64															
Pago al Principal (-)		-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78	-1813.78
Capital de Trabajo																
Flujo Neto Efectivo utilidad o Pérdidas+Depreciación	-11659.99	-2884.66	-2523.43	-2153.06	-1772.97	-1382.58	-981.27	-568.37	-143.19	295.01	665.70	992.33	1329.78	1678.70	2039.75	2413.63
TMAR	18%															
VAN	(\$18,191.50)															
TIR																

Flujo Financiero 4.10. Inversión Dividida para Proyecto General de Disminución del Consumo de Energía Eléctrica en IMPLAGS.A.

Conclusión

Las evaluaciones financieras mostradas en este capítulo han sido realizadas con el propósito de mostrar diferentes opciones de inversión y sus resultados a IMPLAGS.A. Hay que notar en los flujos financieros de los diferentes escenarios que la TIR no fue calculado y la razón de esto es que como bien lo dice la teoría, este criterio no puede ser utilizado en empresa o proyecto donde se dan pérdidas en determinados periodos debido a la naturaleza de la misma(o). En el primer capítulo de este trabajo se observaron los cambios que experimenta la empresa en el periodo de un año, teniendo cambios en los ingresos a lo alto del mismo por lo que decide utilizar el VPN en este caso ya que no posee el tipo de desventajas que posee la TIR.

Con respecto a lo que se pudo observar en las evaluaciones, se puede decir que las mejores opciones de inversión están adquiriendo un crédito bancario para cubrir un porcentaje de la inversión (70% en este caso) en vez de utilizar capital propio de la empresa para los proyectos. La razón de esto es que a como se puede ver en los flujos financieros de ambos escenarios, los VPN que indican rentabilidad (aunque baja en algunos casos) se encuentran en el escenario 70-30, dejando ver de esa manera que la mejor opción de inversión es esta en el caso de que la empresa decida realizar la inversión, o en el caso que se pensara evaluar los mismo a horizontes mayores; sin embargo, como ya se ha mencionado repetidas veces en párrafos anteriores, la decisión de hacer este tipo de inversión dependen de la conveniencia que represente la rentabilidad de los proyectos para la empresa, y es por esta razón que se realizaron las evaluaciones para cada proyecto de mejoramiento y para uno general

Es importante mencionar también aquí que el hecho de que algunos proyectos o el proyecto en general no sean rentables no quiere decir que no se pueden llevar a cabo. Los mismos pueden ser evaluados desde diferentes perspectivas, diferentes horizontes de evaluación y utilizando diferentes TMAR para obtener resultados distintos a los obtenidos aquí.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El Modelo de Gestión Integral de la Energía es una herramienta que puede ser aplicada a empresas independientemente de su nivel de desarrollo, como se pudo observar en este trabajo monográfico. No obstante, esto es debido a que la forma en que este modelo está estructurado permite utilizar las actividades que más se adecuan al tipo de empresa en la que se pretende proponer, pudiendo aplicarse el mismo a IMPLAGS.A. con algunas variantes particulares en su forma de implementación. Así, se realizó un diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la empresa con el fin de determinar las problemáticas principales de las mismas al igual que las potenciales áreas de ahorro energético, las cuales serán el primer blanco a atacar con este modelo propuesto. Seguido, se proponen en el segundo capítulo de este trabajo una serie de tecnologías a emplear para solucionar los problemas encontrados, las cuales son evaluadas técnicamente para determinar el beneficio a obtener con las mismas. Estas tecnologías fueron propuestas en las áreas de iluminación, aire acondicionado, banco de transformadores y sistema de tierra de IMPLAGS.A.

Una vez estimado el ahorro a obtener implementando las tecnologías propuestas en las áreas mencionadas, se procede a presentar una Metodología de Gestión Integral de la Energía a ser aplicada en toda IMPLAGS.A. con el propósito de continuar con el ahorro continuo de energía eléctrica dentro de la misma, lo cual favorecerá su competitividad y eficiencia. Además, la combinación de este tipo de herramienta con la utilización de energías renovables provee una nueva visión de ahorro de energía y eficiencia energética para pequeñas o medianas empresas que desean desarrollarse contemplando una cultura energética e impacto ambiental positivo tanto para la empresa como para el medio ambiente.

Al final, fue posible observar a lo largo de este documento que poniendo en práctica actividades propuestas (en relación al tamaño de la empresa) dentro de las etapas que componen la estructura del MGIE se obtiene un ahorro promedio de 985.93 kW/h mensuales en las áreas de mayor consumo de IMPLAGS.A., el cual genera un ahorro monetario que es utilizado como ingresos para el proyecto de mejoras de la empresa. De esta manera y realizando un análisis financiero de este proyecto, podemos observar que **el proyecto de aplicación de un Modelo de Gestión Integral de la Energía en IMPLAGS.A. si es rentable según lo obtenido en las evaluaciones del mismo**. Sin embargo, aunque el ahorro reflejado no sea suficiente para generar ingresos considerables que permitan implementar un proyecto general de mejoras en la empresa como se pudo ver en las evaluaciones financieras, si es suficiente para llevar a cabo proyectos progresivos de mejora (o proyectos individuales), lo cual nos indica la rentabilidad de la aplicación del este modelo. Así, las razones por las cuales un proyecto general (que abarque todas las mejoras de una sola vez) para la aplicación de este modelo no es rentable son diversas, entre las cuales tenemos:

- Las tecnologías propuestas son recientes en el mercado, lo cual supone que los precios de las mismas es bastante alto
- El ahorro generado en el sistema eléctrico de IMPLAGS.A. instalando el transformador de alta eficiencia y el sistema de tierra no pudo ser determinado, por lo que se puede decir que los ingresos podrían aumentar si este dato se conociera
- La aplicación de las técnicas para iluminación de la arquitectura bioclimática en las áreas de talleres mejoraría la reflectividad de los mismos, reduciendo la cantidad de focos solares y lámparas de alta eficiencia a utilizar en las mismas

Por tales razones, también se presentaron en la evaluación financiera (como se mencionó antes) horizontes de evaluación de proyectos individuales que conforman el proyecto general de mejoras en IMPLAGS.A. (O de aplicación

del MGIE), obteniendo así opciones diferentes para la implementación del Modelo de Gestión Integral de la Energía en la empresa que si favorecen a la misma en cuanto al tema de invertir para mejorar.

Recomendaciones

Realizar un estudio del Sistema Eléctrico de IMPLAGS.A. en el que se tome en cuenta la calidad de la energía que consume la misma ya que es de mucha importancia conocer este factor para complementar el tema de eficiencia energética.

Llevar a cabo mediciones más prolongadas en los paneles principales de los diferentes sistemas de distribución de energía en IMPLAGS.A. para de esa manera poder establecer un acomodo de carga más exhaustivo, teniendo como propósito principal la reducción del pico de demanda mensual de la empresa.

Se recomienda hacer un estudio más profundo sobre como implementar la arquitectura bioclimática en todas las áreas que componen la empresa para de esa manera aprovechar al máximo las ventajas que nos ofrece este tipo de diseño arquitectónico.

Se recomienda aplicar algún tipo de software para realizar corridas de flujos de carga en el sistema eléctrico de IMPLAGS.A. que permita identificar el posible ahorro a obtener con la instalación de un transformador de alta eficiencia y un sistema de tierra.

Hacer una evaluación de la utilización de diferentes opciones y combinaciones tales como tragaluces en combinación con lo propuesto en el sistema de iluminación con el propósito de demostrar rentabilidad de los proyectos utilizando energías renovables.

BIBLIOGRAFIA

- Aidroos, F., McFadyen, M. & O'Kamoto, R. (Directores). (2008). Ecopolis (Episode 5 of 6): Powering the Future (Documental). Estados Unidos, Darlow Smithson Production.
- Asociación para la Investigación y Diagnósis de la Energía. (n.d.). Manual de Auditorías Energéticas. Madrid: Print A Porter. Comunicación, SL. Primera Edición. Madrid, España.
- APSE, Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica. (n.d.). Importancia del buen estado de los conductores eléctricos. Artículo disponible en: <http://www.apse.org.ar/nota%204.pdf>. Fecha de acceso: 27-06-2012.
- Baca, G. (2006). Evaluación de Proyectos (5ta Edición). México DF, Mc Graw-Hill Interamericana. ISBN: 970-10-5687-6
- Blackburn, T. (2007). Distribution Transformers: Proposal to increase MEPS levels. Technical report. Equipment Energy Efficiency Program.
- Bock, P. (2001). Getting in it Right: R&D Methods for Science and Engineering. San Diego: Academic Press. ISBN: 0-12-108852-9.
- Campos, J. C. et al. (2008, Enero-Julio,). Modelo de Gestión Energética para el Sector Productivo Nacional. Universidad Autónoma de Occidente. Bogotá, Colombia.
- Cotrim, A. (2009). Instalaciones Eléctricas, 5ta Edición. Sao Paulo, Pearson Prentice Hall. ISBN: 978-85-7605-208-1.
- Department of Energy DOE. (2010, Marzo). Solid-state lighting research and development: Multi-year program plan. Building technologies program. Energy efficiency and renewable energy. United States.
- Energy Star (2008). Building Upgrade Manual (chapter 6: lighting). United States Environmental Protection Agency Program. Manual Digital.
- Gay, A. (n.d). La ciencia, la técnica y la tecnología. Universidad Tecnológica (UTN), TecnoRed Educativa, Argentina. Artículo extraído de www.frrg.utn.ar/frrg/apuntes/cmasala/ . Fecha de acceso: 02-06-2012
- Giano, A. (2001, Noviembre). ¿Qué es la Arquitectura Bioclimática? Revista

- América Renovable. Lima, Perú.
- Guillen, H. (2006). Principios de Administración. Lea Grupo Editorial, Managua. ISBN: 99924-904-7-0.
- IDERSA (2004). Manual Técnico Mass@ Tierra: Tierras físicas, pararrayos y Calidad de la energía (Manual Digital). Ingeniería y Diseño de Redes S.A., México.
- IEEE standard 1159. (1995, Junio). IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE, Tech. Rep.). Impreso en Estados Unidos de América. ISBN: 1-55937-549-3
- Ministerio de Minas y Energía. (2008, Noviembre). Sistema de Gestión Integral de la Energía: Guía de Implementación. Bogotá D.C.: Dígitos & Diseños. ISBN: 978-958-8123-43-1
- Monroy, M. M. et al. (2006). Calidad Ambiental en la Edificación (Manual Digital). Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria. ISBN: 84-690-0654-4
- Mukund, R. P. (2006). Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation. New York: Taylor and Francis Group, CRC Press. ISBN: 0-8493-1570-0.
- Nieva, A., Del Pozo, A. (2005). Guía de Construcción Sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Madrid, Paralelo Edición.
- Oak Ridge National Laboratory. (2004). Science and technology highlights: Negawatt, the cleanest energy resource (No. 2). Energy Efficiency, reliability and security program. Artículo disponible en: http://www.ornl.gov/sci/eere/PDFs/sci_tech_hilights/2004_no2_st_highlights.pdf. Fecha de acceso: 12/06/2012.
- Orjuela, H. (2008). Electricidad para no electricistas. México DF: Orjuelas Porras editorial. ISBN: 978-958-44-3700-6.
- PG&E, Pacific Gas and Electrical Company. (2006). Buying an Air Conditioner? Remember the EER! California. C-1513 Rev. 5.06.
- Procobre (2011). Sistemas de Puesto a Tierra (Manual Digital). Santiago, Chile.
- Quispe E. et al. (2011). El Modelo de Gestión Energética Colombiano: Desarrollo,

- experiencias, resultados de aplicación y perspectivas futuras de desarrollo.
IX Congreso Nacional y IV Internacional de Ciencia y Tecnología del
Carbón y Combustibles Alternativos. Santiago de Cali, Colombia.
- Salgado, R. (2007). Estudio del Potencial Ahorro Energético con la
Implementación de Equipos Eléctricos de Alta Eficiencia en el Área
Residencial del Municipio de Managua.
- Stellman, J et al (2001). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
Organización Internacional del Trabajo. Capítulo 46: Iluminación. ISBN:
84-8417-047-0.
- Tiernan, M. (2003). The Comfort Zone. Gear Pacific Corporation. Orange,
California. No. CZ45.
- Wildi, T. (2006). Electrical Machines, drives, and power systems (6th Edition).
New Jersey: Pearson Education Inc., Prentice Hall. ISBN: 0-13-093083-0.

GLOSARIO

Auditoría Energética: Las auditorías energéticas surgieron como una respuesta a la necesidad del sector terciario en cuanto a tener conocimiento sobre cómo contratan su energía, cómo se consume en sus procesos de producción, cuál es el costo de esta energía y cuál es la posición relativa de una empresa con respecto a otras empresas similares en el mercado (Benchmarking*). Todo esto con el objetivo primordial de aumentar la competitividad de la empresa o industria evitando el despilfarre de energía para disminuir los costos de consumo energético. La forma sistemática en que se desarrolla una auditoria posee la siguiente secuencia:

- Obtener suficiente conocimiento del consumo energético de la empresa
- Detectar factores que afectan este consumo
- E identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro energético en función de su rentabilidad.

Las herramientas y mediciones necesarias para la obtención de la información requerida en una auditoria se muestran a continuación; no obstante, estas pueden variar según la empresa a ser auditada:

- Mediciones Eléctricas: Multímetro de Pinzas Amperimétrica, Probador de Tensión, Luxómetro y Analizador de Redes Trifásico (con pinzas voltimétrica y amperimétrica).
- Mediciones en instalaciones de combustión: Termómetro, Opacímetro (Analizador de humos de motores diesel) y Analizador de Gases de Combustión (con sonda para toma muestras)
- Otros instrumentos de medida: Esto estará en dependencia del tipo de empresa o industria que se esta auditando. Se pueden utilizar equipos como Anemómetros, Caudalímetros, Cronómetros, etc.

Analizador de Redes: El Analizador de Redes Trifásico es un instrumento dotado de una memoria interna donde se guardan los parámetros eléctricos que

se desea medir o analizar, y cuyo objetivo principal es el de obtener el control y la gestión de una instalación, maquina, industria, etc. permitiendo optimizar al máximo los costos de consumo energético. Sus ventajas son variadas, entre las cuales tenemos:

- Detectar y prevenir el exceso de consumo de energía (kW-h)
- Analizar curvas de carga para identificar dónde y cuándo se da la máxima demanda de energía
- Detectar la necesidad de compensar potencia reactiva
- Detectar fraude o mal funcionamiento de los medidores de energía primarios.

Diagrama Unifilar: Un plano o esquema unifilar es una representación gráfica simplificada de un sistema o instalación eléctrica (o de parte de ella mostrando), mostrando los componentes y equipos más básico esenciales de la misma. Su estructura es la de un árbol invertido cuya raíz representa la alimentación del Sistema Eléctrico que se esté tratando, mientras que las ramas representan las principales divisiones del mismo.

Sistema de Tierra: Es el conjunto formado por electrodos y líneas de tierra de una instalación eléctrica. La función es forzar o drenar al terreno las intensidades de corriente que se puedan originar por cortocircuito, por inducción o por descarga atmosférica.

Metales Amorfo: Son materiales vítreos (creados en laboratorios por científicos) compuestos principalmente de silicio. Su estructura molecular es muy similar a la estructura molecular de los vidrios. Sin embargo, sus propiedades tanto físicas como químicas son muy diferentes, al punto de ser considerados materiales especiales.

Superficie Gaussiana: Una superficie Gaussiana es un área de tres dimensiones a través de la cual un flujo o campo eléctrico es calculado. Esta superficie es utilizada en conjunto con la ley de Gauss que permite calcular la

carga total contenida, debido a una cierta distribución de cargas. La selección de estas superficies debe de ser cuidadosa ya que su objetivo es explotar las simetrías de una situación y de esta forma simplificar el cálculo de una integral de superficie.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Auditoria desarrollado por la Universidad Estatal de Washington. (Pág. 172 a la pág. 182)

Anexo 2. Planos de Conjunto de IMPLAGSA. (Pág. 183)

Anexo 3. Diagrama Unifilar de IMPLAGSA. (Pág. 184)

Anexo 4. Banco de Transformadores Monofásicos tipo poste conectados en Estrella-Delta Abierta.



Anexo 5. Transformador de Pedestal o Tipo Subestación.



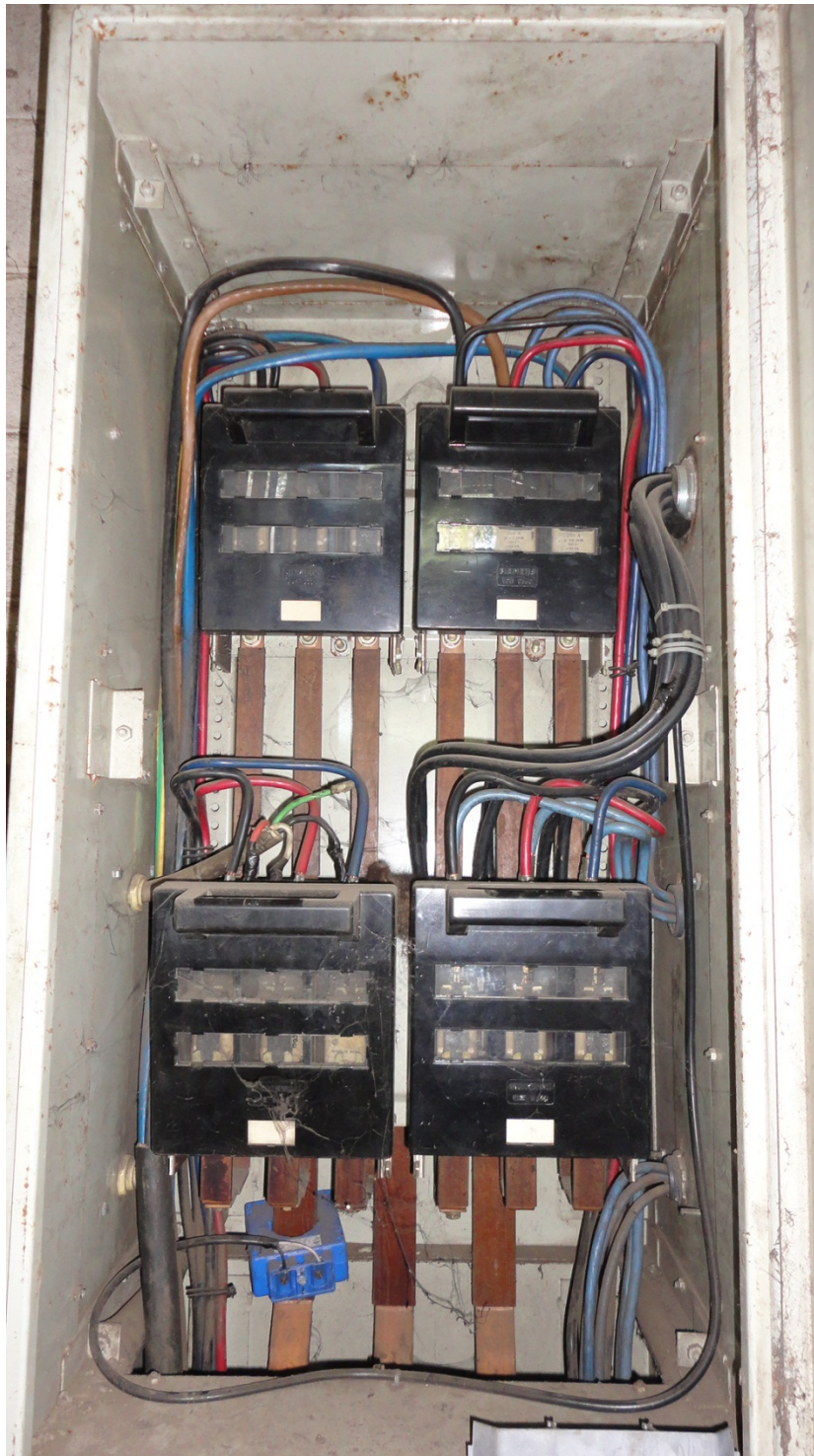
Anexo 6. Transformador Monofásico Montado sobre poste de 12 mts.



Anexo 7. Cartuchos Fusibles tipo NH desarrollados por Siemens.



Anexo 8. Gabinete de Distribución Sistema Trifásicos 240V.



Anexo 9. Gabinete de Distribución Sistema Trifásicos 480V.



Anexo 10. Cuadros de Carga de Paneles de Distribución Ckto 2 y Ckto 3 del Sistema Trifásico 240V.

PANEL PTC3 (CKTO 2) CENTRO DE CARGA CUTLER HAMMER CHF424CC225S DE 42 CIRCUITOS TRIFASICO 4 HILOS NEUTRO. BARRAS DE 225 AMPERIOS PARA SERVICIOS 120/208 VAC CON CUBIERTA PARA MONTAJE SUPERFICIAL PROTEGIDO POR INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 225 AMPS. 3 POLOS, ALIMENTADO CON (4) COND. THHN # 2 AWG TUBERIA EMT Ø 2" (1) COND. THHN # 6 AWG (TIERRA CARCASA)																								
No.CIRC	DESCRIPCION	CARGA INSTAL. VATIOS	COND. CAL. AWG	CONDUIT Ø	BREAKER		FASES/AMP.			N	A	B	C	FASES/AMP.			BREAKER		CONDUIT Ø	COND. CAL. AWG	CARGA INSTAL. VATIOS	DESCRIPCION	No.CIRC	
					Amp.	P	A	B	C					A	B	C	P	Amp.						
1	CEPILLADORA	1,119	THHN#12	1/2"	50	3	4.5							17			3	50	1/2"	THHN #12	9,000	TALADRO DE COLUMNA	2	
3								4.5							17									4
5									4.5							17								
7			THHN#12	1/2"	20	3											3	20	1/2"	THHN #10			8	
9																								10
11																								12
13	TORNO TK3-05	5,500	THHN#10	1/2"	40	3	19.5							22			3	20	1/2"	THHN #12	5,500	ROSCADORA G-5	14	
15								19.5							22									16
17									19.5							22								
19	TORNO TK4-04	5,500	THHN#8	1"	50	3	19.5							6.2			3	50	1/2"	THHN #12	1,400	TORNO REVOLVER TR1-01	20	
21								19.5							6.2									22
23									19.5							6.2								
25	AFILADORA (ESMERIL)	1,492	THHN#10	1/2"	20	3	6.7							19.5			3	50	1"	THHN #5	5,500	TORNO TK2-02	26	
27								6.7							19.5									28
29									6.7							19.5								
31	TORNO TOL-01	5,700	THHN#10	1/2"	20	3	11							19.5			3	50	1"	THHN #5	5,500	TORNO TK1-01	32	
33									11						19.5									34
35															11									19.5
37	TALADRO RADIAL	5,200	THHN#8	1"	40	3	60							29.5			3	50	1"	THHN #5	15,000	TORNO TP1-01	38	
39								60							29.5									40
41									60							29.5								
										# 2 AWG NEN										CARGA TOTAL EN WATTS = 67,241 WATTS AMPS FASE A = 234.4 AMPS FASE B = 234.4 AMPS FASE C = 234.4				

PANEL PTC3 (CKTO 3) CENTRO DE CARGA CUTLER HAMMER CHP424CC22SS DE 42 CIRCUITOS TRIFASICO 4 HILOS NEUTRO.
BARRAS DE 225 AMPERIOS PARA SERVICIOS 120/208 VAC CON CUBIERTA PARA MONTAJE EMPOTRADO PROTEGIDO POR INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
DE 225 AMPS. 3 POLOS, ALIMENTADO CON (4) COND. THHN # 2 AWG TUBERIA EMT Ø 2"
(1) COND. THHN # 6 AWG (TIERRA CARCASA)

No.CIRC	DESCRIPCION	CARGA INSTAL. VATIOS	COND. CAL. AWG	CONDUIT Ø	BREAKER		FASES/AMP.			N	A	B	C	FASES/AMP.			BREAKER		CONDUIT Ø	COND. CAL. AWG	CARGA INSTAL. VATIOS	DESCRIPCION	No.CIRC	
					Amp.	P	A	B	C					A	B	C	P	Amp.						
1	PRENSA PE-22	5,750	THHN# 8	1"	40	5	15.7							51			5	60	1"	THHN# 8	7,500	FRESADORA UNIVERSAL	2	
3								15.7							51									4
5									15.7														51	
7	COMPRESOR CB-45	2,255	THHN# 12	1/2"	60	5	18.2							25.4			5	40	1/2"	THHN# 10	7,460	PRENSA PHI-20	8	
9								18.2								25.4								10
11									18.2														25.4	
13	SIERRA SA1-10		THHN# 12	1/2"	20	5								25.4			5	40	1/2"	THHN# 10	7,460	PRENSA PHI-20	14	
15															25.4									16
17																							25.4	
19	SIERRA SA2-11		THHN# 12	1/2"	20	5											5	20	1/2"	THHN# 12		TALADRO PEDESTAL TPK-25	20	
21																								22
23																								24
25	TALADRO PEDESTAL TP7-26	5,000	THHN# 12	1/2"	20	5	6.2							9.4			5	40	1/2"	THHN# 12	4,650	TALADRO RADIAL TRK-25	26	
27								6.2								9.4								28
29									6.2														9.4	
31	FRESADORA VERTICAL FV-05	4,000	THHN# 12	1/2"	30	5	14.6										5	30	1/2"	THHN# 12		ESMERIL ED1-40	32	
33								14.6																34
35									14.6															36
37	FRESADOR VERTICAL FV-07	4,000	THHN# 12	1/2"	30	5	14.6							6.7			5	20	1/2"	THHN# 12	1,492	ESMERIL ED5-46	38	
39								14.6								6.7								40
41									14.6														6.7	

2 AWG
N
BDN

CARGA TOTAL EN WATTS = 47,560 WATTS
AMPS FASE A = 165.2
AMPS FASE B = 165.2
AMPS FASE C = 165.2

2 AWG
HDN

CARGA TOTAL EN WATTS = 47,560 WATTS
AMPS FASE A = 165.2
AMPS FASE B = 165.2
AMPS FASE C = 165.2

Anexo 11. Tabla de datos Gráfico 1.6.

Transformador	Pot. Instalada (kW)
Banco de Tx 1Φ (Δ Abierta)	178.992
Tx Pad Mounted 250 kVA	297.45
Total general	476.442

Anexo 12. Tabla de datos Gráficos 1.12 y 1.13.

Consumo de Energía IMPLAGSA 2009-2012						
Mes de Consumo	Consumo Energía (kW/H)	Reactiva (kVAR)	Demanda	Cos Φ	Costo Energía Consumida (C\$)	Costo Total Facturación
Jan-09	1740.00		31.00	0.95	C\$ 4,554.48	C\$ 18,106.88
Feb-09	1500.00		25.00	0.93	C\$ 3,893.94	C\$ 14,974.70
Mar-09	1140.00		17.00	0.98	C\$ 2,810.68	C\$ 10,907.41
Apr-09	1860.00		26.00	0.86	C\$ 4,563.98	C\$ 47,313.60
May-09	17920.00		81.00	0.62	C\$ 44,159.96	C\$ 98,579.23
Jun-09	17500.00		81.00	0.84	C\$ 40,213.29	C\$ 81,084.53
Jul-09	13160.00		57.00	0.97	C\$ 31,661.10	C\$ 62,605.57
Aug-09	10920.00		57.00	1.00	C\$ 26,517.15	C\$ 55,743.55
Sep-09	9520.00		57.00	1.00	C\$ 24,232.63	C\$ 53,267.13
Oct-09	10640.00		41.00	1.00	C\$ 28,548.04	C\$ 54,822.14
Nov-09	10220.00		48.00	1.00	C\$ 27,656.14	C\$ 55,877.64
Dec-09	7840.00		41.00	1.00	C\$ 21,301.63	C\$ 45,992.16
Jan-10	7700.00		39.00	1.00	C\$ 21,033.00	C\$ 44,993.30
Feb-10	9520.00		67.00	0.98	C\$ 26,115.06	C\$ 61,188.69
Mar-10	14000.00		76.00	0.96	C\$ 38,550.58	C\$ 81,354.75
Apr-10	16100.00		87.00	0.89	C\$ 44,515.70	C\$ 93,902.06
May-10	17640.00		95.00	0.87	C\$ 52,104.88	C\$ 108,882.33
Jun-10	14140.00		84.00	0.91	C\$ 42,208.74	C\$ 91,647.56
Jul-10	12180.00		108.00	0.78	C\$ 36,501.85	C\$ 99,122.56
Aug-10	9660.00		53.00	0.60	C\$ 29,069.36	C\$ 76,080.06
Sep-10	9100.00		63.00	0.63	C\$ 27,494.14	C\$ 76,981.79
Oct-10	8400.00		36.00	0.65	C\$ 25,482.14	C\$ 61,432.15
Nov-10	7840.00		41.00	0.61	C\$ 23,883.75	C\$ 61,103.59
Dec-10	7840.00		42.00	0.57	C\$ 23,978.35	C\$ 65,766.97
Jan-11	8120.00		46.00	0.82	C\$ 24,979.21	C\$ 85,308.71
Feb-11	8260.00		55.00	0.95	C\$ 25,517.94	C\$ 58,685.21
Mar-11	11760.00		71.00	0.90	C\$ 36,469.85	C\$ 79,625.83
Apr-11	8960.00		53.00	0.95	C\$ 27,900.63	C\$ 60,764.90
May-11	9380.00		55.00	0.95	C\$ 29,326.10	C\$ 144,008.66
Jun-11	9800.00		50.00	0.93	C\$ 30,762.41	C\$ 63,907.44
Jul-11	10360.00		64.00	0.93	C\$ 46,096.88	C\$ 73,101.52
Aug-11	11340.00		55.00	0.91	C\$ 52,243.97	C\$ 73,210.89
Sep-11	9240.00		52.00	0.92	C\$ 42,742.57	C\$ 63,315.45
Oct-11	12600.00		66.00	0.84	C\$ 58,524.12	C\$ 84,585.97
Nov-11	10640.00		63.00	0.92	C\$ 49,621.77	C\$ 74,728.81
Dec-11	9800.00		50.00	0.90	C\$ 45,891.07	C\$ 65,995.01
Jan-12	8820.00	4060.00	52.00	0.91	C\$ 36,998.94	C\$ 68,196.78
Feb-12	9800.00	4200.00	74.00	0.92	C\$ 39,022.21	C\$ 84,616.98
Mar-12	12320.00	6020.00	84.00	0.90	C\$ 49,257.52	C\$ 148,051.26

Formato de Autoría Traducido: Información del Edificio

Nombre de la Institución		Dirección
Propietario o Institución Propietaria		Dirección
Nombre del Edificio		Edificio #
Dirección (Calle o Apartado Postal)		Ciudad, Municipio
Fecha de Auditoria	Tipo de Institución Pública ____ Privada sin fines de lucro ____ Otra ____	
Administrador o Responsable del Edificio		Teléfono Administrador
Coordinador de Gestión Energética		Teléfono Coordinador
Persona(s) Realizando Auditoria		Teléfono(s)
Tipo y Categoría del Edificio Escuela Hospital Gubernamental Cuidado Público __ Primaria __ General __ Federal __ Enfermería __ Secund. __ Siquiátrico __ Estatal __ Internados __ Prepa. __ Otro, diga __ Alcaldía __ Rehabilitación __ Univ. __ Orfanato __ Vocacional __ Centro de Salud Otro, diga __ Cuidado Infante __ Otro, diga _____		Uso del Edificio __ Oficinas __ Almacén __ Librería __ Servicios __ Estación de Policía __ Estación de Bomberos __ Dormitorio __ Otro, Especifique _____
Fecha de Construcción, si se conoce: _____		
Arquitectos Diseñadores		Ingenieros Diseñadores
Modificaciones o Cambios para los prox. 15 años en el Edificio:		Vida Util restante del Edificio
¿Posee la Inst. algún programa en de gestión Energética en curso?		__ Si __ No
Auditorias Previas Realizadas? __ Si __ No Fechas _____		
Estudios Arquitectónico/Ingenieriles emprendidos Previamente? __ Si __ No (Especifique)		
Nombre de la Empresa de Serv. Eléct.	Pertenece este Edificio registro de preservaciones históricas? __ Si __ No	

Información del Edificio

Procedimientos de mantenimiento y operación para el ahorro de Energía implementados o en consideración previo a esta auditoria (Especificar). Incluir un estimado de costos de implementación y ahorro de energía en kWh/año y Btu/año.

Medidas de conservación y mejoramiento ya implementadas o en consideración previo a esta auditoria (Especificar). Incluya costos estimados y posible ahorro.

Información del Edificio

Perfil de Ocupación del Edificio

Perfil Diario

12 mn		6 am			12 md			6 pm			12 mn

Perfil Semanal

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado

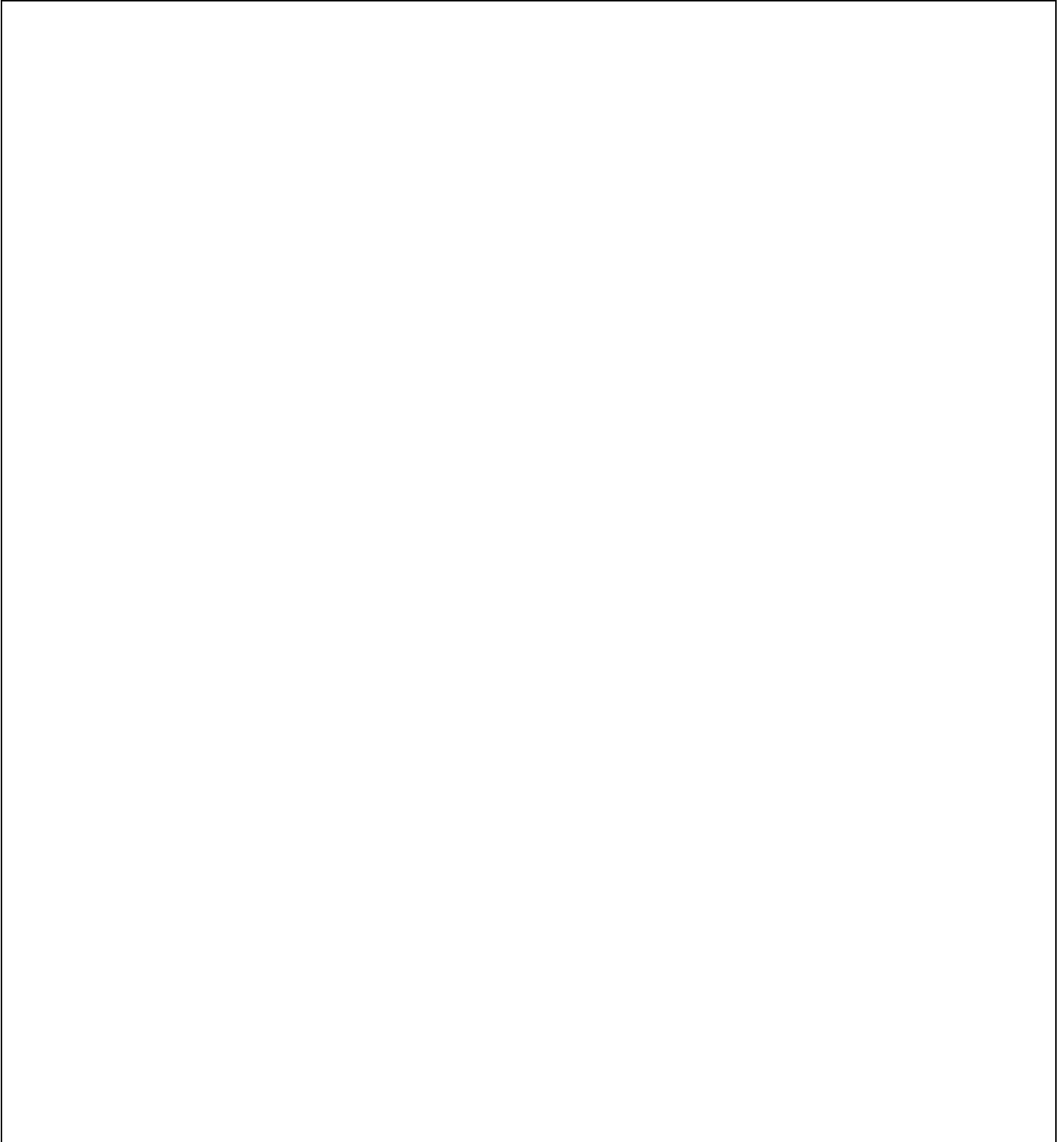
Perfil Anual

Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.

Horario de Ocupación del Edificio

[illegible]

Boceto del Edificio



Indicar dirección de brújula con la flecha norte

Costo y uso Anual de la Electricidad									
Incluir demanda Eléctrica si es necesario									
Edificio		Dirección				Año de Certificación			
						Desde / Hasta			
Número de Cuenta		Número de Medidor		Compañía de Servicio Eléctrico					
Máxima demanda en kW sin cargo				Factor de Potencia Mínimo sin cargo				Tamaño del Edificio(m^2)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fecha Lectura de Medidor Desde Hasta		kWh* Usados	kWh/ Neto (m^2)**	EUI Anual BTU/ m^2 (000)	Costo de Energía	Demanda kW-kVA	Costo Servicio Fijo	Costo de Fp* y Demanda***	Costo Total
Total									

Comentarios:

Conversión: 3413 BTU/kWh

*kW – kilowatts, kVA – kilo-volt-ampere, kWh – kilowatt hora, Fp – Factor de Potencia

**kWh total anuales divididos por la superficie bruta del edificio en m^2

***Si la demanda o el factor de potencia son medidos y facturados, escribir costo de energía

Costo y Uso Anual de Energía No-Eléctrica Fotocopias este formato si existe más de un tipo de combustible						
Edificio		Dirección		Año de Certificación Desde / Hasta		
Número de Cuenta		Número de Medidor		Compañía de Servicio		
Tamaño del Edificio (m^2)		Tipo de Combustible		Especificar Unidades de Medida		
Periodo de Facturación Desde Hasta		Consumo del Combustible	Factor de Conversión	MMBTU	EUI Anual BTU/ m^2	Costo
Total						

Comentarios:

Unidad(es) Central(es) (AA)

¿Es el Edificio mecánicamente acondicionado? ☐ Si ☐ No

- A. Código tipo de Sistema: _____
B. Código Fuente de Energía: _____
C. Código de Mantenimiento: _____
D. Código de Control: _____
E. Código de Voltaje: _____

(A) Código tipo de Sistema	(B) Código fuente de Energía	(C) Código de Mantenimiento	(D) Código de Control	(E) Código de Voltaje
1. Chiller Reciproco	1. Motor Eléctrico	1. Bueno	1. Manual	1. 120V Monofásico
2. Chiller Centrífugo	2. Motor de Combustión	2. Promedio	2. Un poco Automatizado	2. 208/220V Monofásico
3. Chiller Absorción	3. Turbina de Vapor	3. Razonable	3. Altamente Automatizado	3. 208/220V Trifásico
4. Chiller Absorción Solar	4. Caldera de Vapor	4. Deficiente		4. 440/480V Trifásico
5. Chiller Evaporador	5. Vapor Comprado			
6. Bomba de Calor				
7. Sistemas de Expansión Directa				
8. Compresor de Tornillo				
9. Unidad de Ventana				
10. Otro, defina...				

Perfil de Operación:

_____ Hrs/Semana _____ Hrs/Sab. _____ Hrs/Dom. _____ Semanas/Año

Horas estimadas de Operación Anualmente: _____

Desde (Mes): _____ Hasta (Mes): _____

Grado de Acondicionamiento al día: _____

Comentarios:

Preparación de Alimentos y Area de Almacenamiento de Equipos

Artículo	Existencia	Carga kW	Artículo	Existencia	Carga kW
Cocinas Ind.	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Hornos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Mesa de Vapor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Mesa de Freír	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Congelador	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Refrigerador	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Mantenedor	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Cuarto Frío	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Calentador Infrarrojo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Lavaplatos	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Microondas	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Extractor/abanico	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____
Mezclador	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____	Otro, defina	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	_____

Iluminación

Area* del Edificio	Código de tipo de Accesorio	Número Aprox. de Accesorios	Watts Promedio por Accesorio	Horas/días de operación	Lúmenes** Promedio

Códigos Tipo de Iluminación:

- A. Incandescente
- B. Fluorescente
- C. Vapor de Mercurio
- D. Sodio de alta presión
- E. Sodio de baja Presión
- F. Metales Halógenos

* Incluir áreas internas y externas

** Opcional

Comentarios: (Ej. Accesorios, bombillos, controles como interruptores de pared, dimmers, temporizadores, etc. especialmente instalados para ahorrar energía).

Potencial Solar y Renovable

Ubicación: <input type="checkbox"/> Urbana <input type="checkbox"/> Sub-urbana <input type="checkbox"/> Rural														
Características del Edificio: # de tiendas: _____ Forma General: _____ <input type="checkbox"/> Techo sin Sombra <input type="checkbox"/> Paredes sin Sombra (en el Sur)														
Techo (Indicar Orientación en pág. 5) <input type="checkbox"/> Plano <input type="checkbox"/> Inclinado								Material Estructural Primario del Techo**:				Tipo de Techo**		
Composición Pared Orientada al sur:								Area de Vidrio de Pared Orientada al sur: <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> 25-75% <input type="checkbox"/> Más del 75%						
Insolación Promedio (kW/m²)***								Velocidad Promedio del Viento (m/s)***						
Enero	_____	Julio	_____					Enero	_____	Julio	_____			
Febrero	_____	Agosto	_____					Febrero	_____	Agosto	_____			
Marzo	_____	Septiembre	_____					Marzo	_____	Septiembre	_____			
Abril	_____	Octubre	_____					Abril	_____	Octubre	_____			
Mayo	_____	Noviembre	_____					Mayo	_____	Noviembre	_____			
Junio	_____	Diciembre	_____					Junio	_____	Diciembre	_____			
¿Posee el Edificio espacios abiertos adjuntos a la pared orientada al Sur? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No														
Insolación promedio mensual en una superficie Horizontal (kW/m²)												Observaciones****:		
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov			Dic
Velocidad de Viento Promedio Mensual (m/s)														
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov			Dic
Fuente:														
<p>* Notar Características del Edificio, Indicando forma de cuadro, rectángulo, forma E, forma H, forma L-</p> <p>** Notar Diseño del Techo. Para la orientación de un techo inclinado, indicar la dirección con una línea perpendicular a la borde bajante del techo. Anotar obstáculos tales como chimeneas, espacio de equipos de acondicionamiento, tanques de agua, escaleras. Identificar el material estructural principal del Techo, como por ejemplo componentes de concreto reforzado o madera. También identificar los tipos de techado, como entejado, zinc o de concreto.</p> <p>*** Utilizando información confiable, llenar insolación promedio y velocidad del viento promedio sobre una superficie mensual.</p> <p>**** Anotar cualquier condición o característica especial relacionada al potencial solar o renovable y su aplicación</p>														

Ahorro de Energía

Instrucciones: Esta sección debe ser completada por el auditor después de las secciones de reconocimiento de la auditoria. Primero, poner un check en los espacios que contengan el rango de porcentaje de energía consumida que será ahorrada a través de la implementación de operaciones y mantenimiento recomendados en la sección 2 de esta auditoria. Luego, calcular en rango de energía y costo ahorrados multiplicando los porcentajes estimados por el consumo eléctrico anual reportado en la auditoria.

Marcar dos espacios en cada categoría:

Rango ahorro Energía Eléctrica: ☐ 0% ☐ 5% ☐ 10% ☐ 15% ☐ 20% ☐ 25% ☐ Otro _____

Rango Ahorro de Combustible: ☐ 0% ☐ 5% ☐ 10% ☐ 15% ☐ 20% ☐ 25% ☐ Otro _____

Calcular rangos de ahorros de energía y costos:

Rango de ahorros de Energía Eléctrica

	% Rango		Consumo Eléctrico Anual (kWh)		Rango de Ahorro de Eléct. (kWh)	% Rango		Gasto Anual en Eléct. (\$)		Rango de ahorro Eléct. (\$)
Mínimo		x		=			x		=	
Máximo		x		=			x		=	

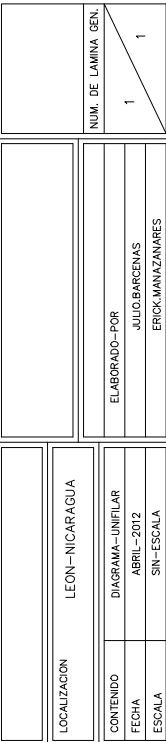
Rango de ahorros de Combustible

	% Rango		Consumo Combustible Anual (BTU)		Rango de Ahorro de Combustible (BTU)	% Rango		Gasto Anual en Combustible (\$)		Rango de ahorro Combustible (\$)
Mínimo		x		=			x		=	
Máximo		x		=			x		=	

El auditor no es responsable si los actuales ahorros resultantes de la implementación de oportunidades de conservación enlistadas arriba no se encuentran aproximados a los rangos que fueron especificados.

Rango total de ahorros de energía en operaciones y mantenimiento (Total de todos los combustibles):

De _____ BTU hasta _____ BTU
(Mínimo) (Máximo)



IMPLAGSA